

**MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN
UTEROPLAZENTARER ARTERIEN
IM GRAVIDITÄTSVERLAUF**

HELGA BAURECHT

1985

*Diss
München*

ANATOMISCHE ANSTALT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
(VORSTAND: PROF. DR. MED. HANS FRICK)

MORPHOMETRISCHE UNTERSUCHUNGEN UTEROPLAZENTARER
ARTERIEN IM GRAVIDITÄTSVERLAUF

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER GESAMTEN MEDIZIN
AN DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

HELGA BAURECHT

MÜNCHEN 1985

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. H. Frick

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. W. Lange

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Juli 1985

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

EINLEITUNG	1
MATERIAL UND METHODEN	3
1. Tiere	3
2. Prinzip	3
3. Präparation und histologische Aufbereitung	4
Tabelle 1	5
Bilddokumentation	6
4. Morphometrische Auswertung	13
5. Statistische Auswertung	15
BEFUNDE UND ERGEBNISSE	18
Tabelle 2	20
Tabelle 3	29
Tabelle 4	50
Tabelle 5	51
Graphik 1 und 2	52
Tabelle 6	53
Tabelle 7	54
Tabelle 8	55
Tabelle 9	56
Tabelle 10	57
Tabelle 11	57
Graphik 3	58
Graphik 4	59
Häufigkeitsverteilungen	60

	Seite
DISKUSSION	65
1. Methode	65
2. Ergebnisse	66
2.1 Mittelwertsvergleich im Graviditätsverlauf	66
2.2 Analyse der Mittelwerte der Flächenrelationen im Graviditätsverlauf	69
2.3 Mittelwertsvergleich innerhalb eines Graviditätsstadiums	71
ZUSAMMENFASSUNG	73
LITERATURVERZEICHNIS	76

EINLEITUNG

Die uteroplazentaren Arterien steuern nach den vorliegenden Befunden die Blutversorgung bei Säugetieren mit einer hämochorialen Plazenta (MOLL u. KÜNZEL, 1973; MOLL et al., 1974; ADAMSON u. MYERS, 1975). Auf welche Art die uteroplazentaren Gefäße den Blutstrom dem zunehmenden Verbrauch anpassen, wird in der Literatur unterschiedlich angegeben.

RAMSEY et al. (1979) wiesen mittels radioangiographischer Experimente eine im Graviditätsverlauf zunehmende Dilatation der Uterusarterien bei Rhesusaffen nach. Die Uterusarterien wurden am 100., 130. und 150. Gestationstag (Gesamttragzeit 165 ± 5 Tage) vermessen, wobei die Dilatation im Graviditätsverlauf zunahm und im plazentanahen Arterienabschnitt ausgeprägter war als im plazentafernen. Am Ende der Gravidität zeigte sich eine "trompetenförmige" Erweiterung der Endabschnitte der uteroplazentaren Arterien ("Spiralarterien").

Eine Rückbildung des elastischen Gewebes an den Arterien zwischen Uterusarkade und Uterusmuskulatur ("Mesometrialarterien") von Meerschweinchen beschrieb ALBERT (1967). HARRIS u. RAMSEY (1966) sowie BROSENS et al. (1967) beobachteten regressive Veränderungen des elastischen Gewebes an den terminalen Segmenten menschlicher uteroplazentarer Arterien. Als Ursache für den Gefäßumbau vermuten sie die Wirkung von Trophoblasten, die schon bald nach Nidation in den Gefäßen gefunden wurden und bis zum Ende der Gravidität in uterusferne Abschnitte wandern. Dagegen verursacht nach ROACH u. BURTON (1957) die Entfernung des elastischen Materials mit Trypsin eine Zunahme des Gefäßdurchmessers von nur 10 bis 20 Prozent, da die

Kollagenfibrillen eine weitere Dehnung der Arterien verhindern.

MOLL et al. (1983) fanden an den "Mesometrialarterien" von Meerschweinchen im Graviditätsverlauf durch mikroskopische Vermessungen eine Zunahme des Innendurchmessers und ein Wachstum der Gefäßwand. Ihre histologischen Untersuchungen zeigten eine Verstärkung aller Wandschichten durch Hypertrophie und Hyperplasie. Die Querschnitte der uterusnahen Gefäßsegmente waren dabei drei- bis viermal größer als die uterusfernen.

In dieser Arbeit soll an histologischen Präparaten uteroplazentarer Arterien von NMRI-Mäusen verschiedener Graviditätsstadien das Lumen und die Gefäßwand morphometrisch vermessen werden. Dadurch können Veränderungen der Gefäßwand zur Fläche des Lumens in Beziehung gesetzt werden.

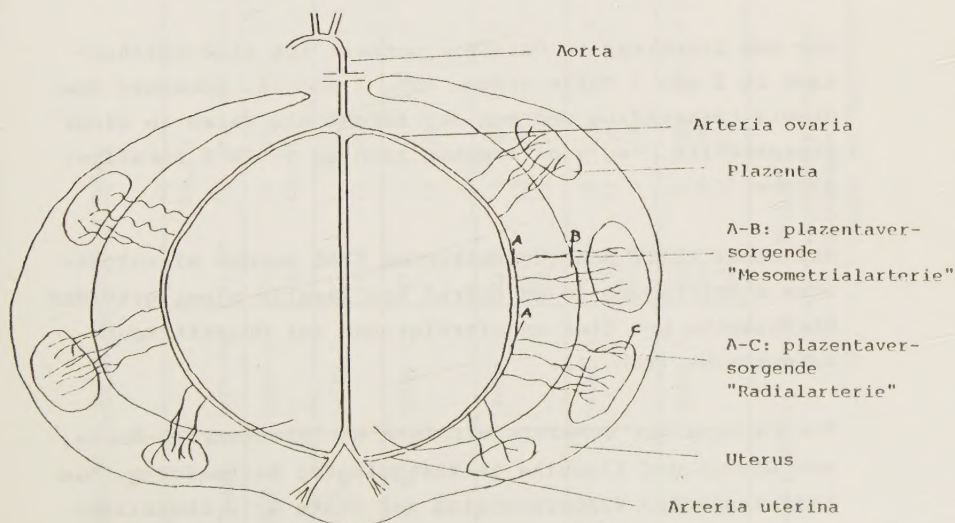
MATERIAL UND METHODEN

1. Tiere

Es wurden 18 gravide NMRI-Mäuse präpariert, davon je 3 Tiere am 6., 9., 12., 15., 18. und 20. Graviditätstag. Nach ROMEIS beträgt die Tragzeit im Mittel 20 Tage. Die Nahrung der Tiere bestand aus Trockenfutter (ALTROMIN^R) und Wasser ad libitum. Nur virgine Weibchen wurden für das Experiment verwendet. Die Mäuse waren am Tag der Deckung im Mittel 106 Tage (Minimum 56, Maximum 165 Tage) alt.

2. Prinzip

Bei graviden Mäusen des Stammes NMRI wurden die Querschnittsflächen der Lumina und die Querschnittsflächen der Gefäßwand an den uteroplazentaren Arterien obenge-



nannter Graviditätsstadien bei histologischen Präparaten mit morphometrischen Verfahren bestimmt.

Der untersuchte Arterienabschnitt wird auch als "Mesometrial-Arterie" bezeichnet (MOLL et al., 1983) und ist definiert als die Arterie von der Uterusarkade bis zum Eintritt in die Uterusmuskulatur.

3. Präparation und histologische Aufbereitung

Das Tier wurde nach Überdosis von Nembutal^R intraperitoneal mit einem Medianschnitt laparotomiert, über die Aorta abdominalis mit Bouin perfundiert und die rechte und linke Uterus-Gefäßarkade zusammen mit dem rechten und linken Uterushorn freipräpariert; sodann wurde das entnommene Gewebe auf Korkplatten gespannt und mit Stecknadeln fixiert. Die gesamte Präparationszeit pro Tier betrug ca. 20 Minuten. Während der Präparation wurde das Gewebe ständig befeuchtet.

Vor dem Einbetten in Paraffin schnitt ich eine Gefäßarkade in 2 bis 3 Teile (siehe Abb. 1 und 2), abhängig vom Graviditätsstadium und von der Anzahl der Feten in einer Uterushälfte. Pro Maus ergaben sich so 4 bis 6 Paraffin-Blöcke.

Mit einem LEITZ Schlittenmikrotom 1208 wurden histologische Schnitte von 10 µm Stärke von jeweils einer graviden Uterusseite pro Tier angefertigt und auf Objektträger aufgebracht (Tab. 1).

Die Färbung der Schnitte erfolgte mit Hämatoxylin-Eosin, van Gieson und Elastika in festgelegter Reihenfolge. Die histologischen Präparate sind auf Seite 8-12 abgebildet.

Tabelle 1: Histologisches Material

Tragz.	verw.Sch	Maus 1					Maus 2					Maus 3					Ges.Sch
		Bl.Nr.	OT	Sch	Alt	Fet	Bl.Nr.	OT	Sch	Alt	Fet	Bl.Nr.	OT	Sch	Alt	Fet	
6 T.	jeder 3.	35/1 35/2	10 13	80 104	75	9	31/1 31/2	12 13	96 104	75	6	32/1 32/2	11 11	88 88	75	9	560
9 T.	jeder 3.	17/1 17/2	12 12	96 96	134	8	26/1 26/2	13 11	104 88	123	5	28/1 28/2	11 13	88 104	77	5	576
12 T.	jeder 5.	37/1 37/1	11 12	88 96	177	6	15/1 15/2 15/3	8 12 11	64 96 88	142	6	25/1 25/2 25/3	11 11 11	88 88 88	140	8	696
15 T.	jeder 5.	23/1 23/2 23/3	11 12 12	88 96 96	140	6	21/1 21/2 21/3	12 11 11	96 88 88	140	9	13/1 13/2	12 12	96 96	138	5	744
18 T.	jeder 5.	7/1 7/2 7/3	13 12 8	104 96 48	126	5	5/1 5/2 5/3	11 12 13	110 120 104	126	3	19/1 19/2	14 14	112 112	133	6	816
20 T.	jeder 5.	10/1 10/2 10/3	21 10 13	168 80 104	128	3	11/1 11/2 11/3	12 13 12	120 130 120	128	1	2/1 2/2 2/3	11 14 20	132 104 160	78	3	1.118

Abkürzungen: Tragz. = Tragzeit
 verw.Sch = verwendete Schnitte
 Bl.Nr. = Blocknummer
 OT = Anzahl der Objektträger
 Sch = Anzahl der Schnitte
 Alt = Alter der Mäuse bei Operation
 Fet = Anzahl der Feten der verwendeten Uterusseite
 Ges.Sch = Gesamtanzahl der Schnitte pro Graviditätstag

Gefäßarkade mit Uterus und Plazenten



Abb. 1: 20. SST, Linke Uterushälfte, 5 Feten

Gefäßarkade mit Uterus und Plazenten



Abb. 2: 20 SST, Rechte Uterushälfte desselben Tieres, 7 Feten

Bilddokumentation von histologischen Schnitten utero-
zentraler Arterien

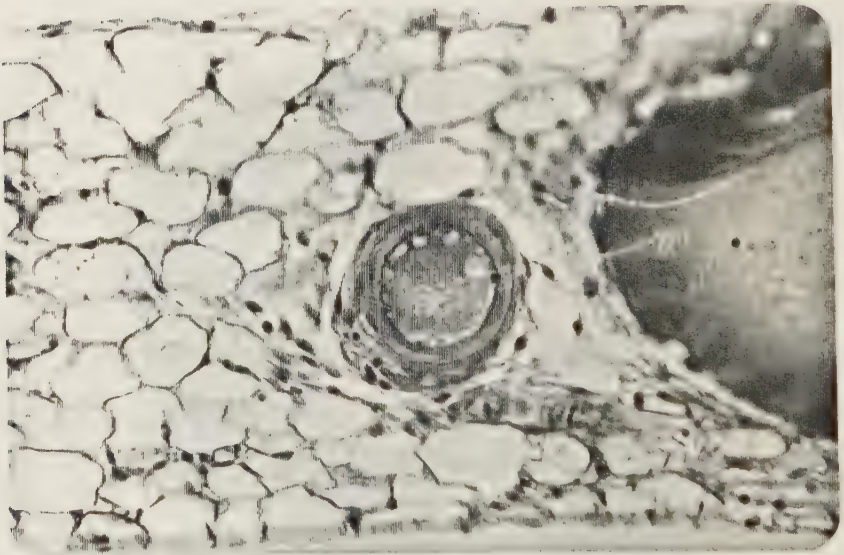


Abb. 3: Arterie 6 SST, Haematoxylin-Eosin-Färbung, x 250



Abb. 4: Arterie 9 SST, Azan-Färbung, x 250; uterusferner Gefäßabschnitt



Abb. 5: Arterie 9 SST, Azan-Färbung, x 250; uterusnaher Gefäßabschnitt

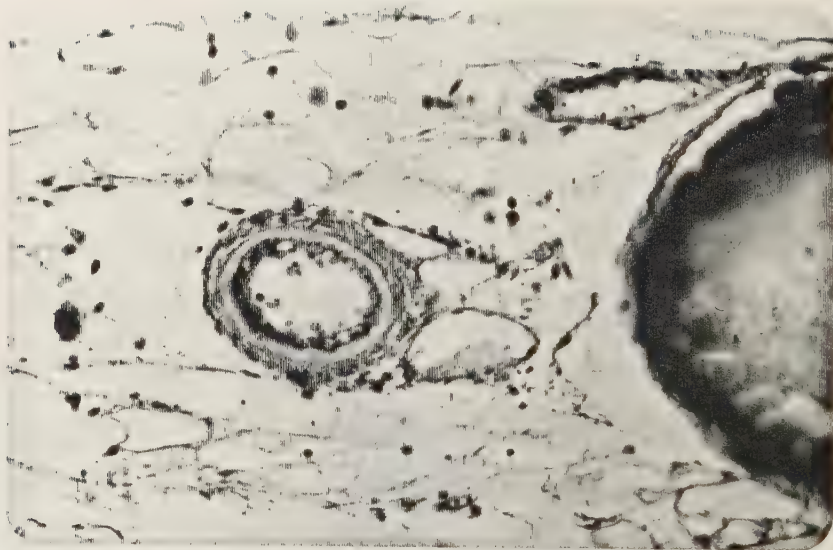


Abb. 6: Arterie 12. SST, Haematoxylin-Eosin-Färbung, x 250

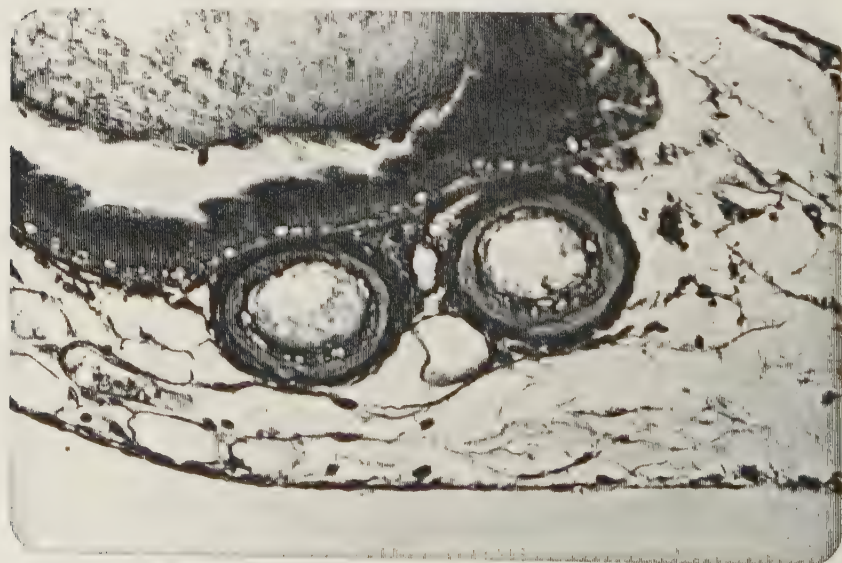


Abb. 7: Arterie 15. SST, Azan-Färbung, x 250

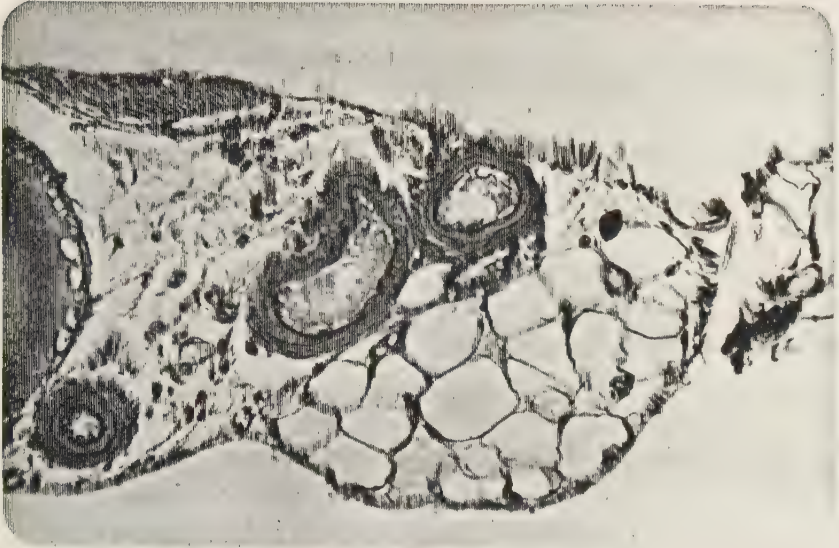


Abb. 8: Arterie 18 SST: Querschnittsvergrößerung und Verformung vor Gefäßaufzweigung; v.-Gieson-Färbung, x 250



Abb. 9: Dieselbe Arterie nach Gefäßaufzweigung; x 250

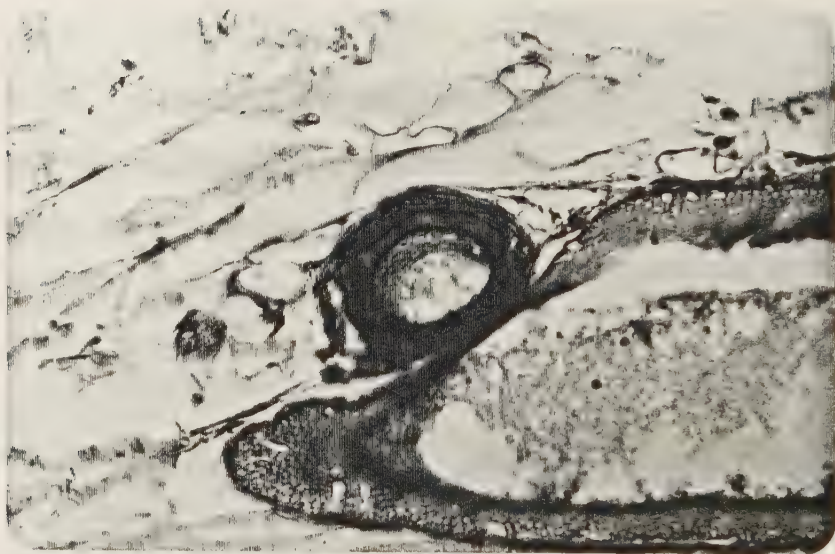


Abb. 10: Arterie 18 SST, Azan-Färbung, x 250

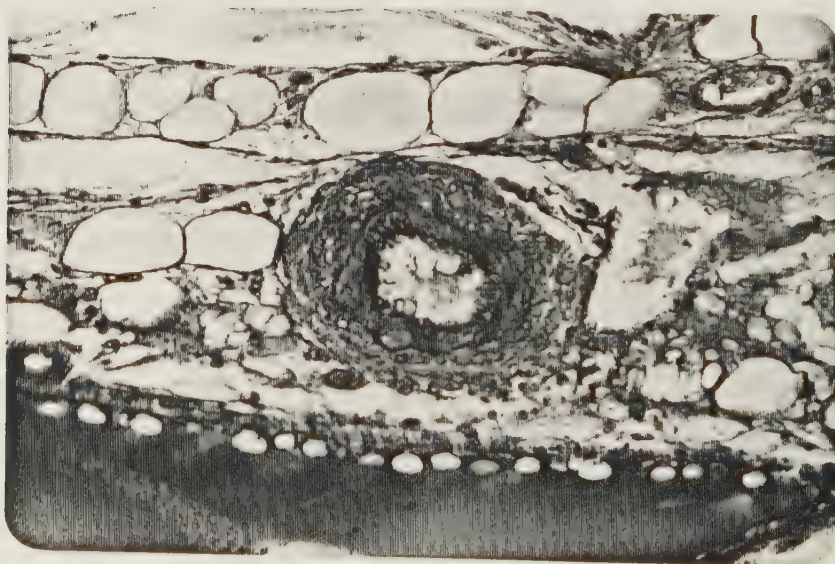


Abb. 11: Arterie 20 SST, v.-Gieson-Färbung, x 250

4. Morphometrische Auswertung

Im histologischen Schnittbild kann bei allen drei Färbungen die Abgrenzung zwischen dem Gefäßlumen und dem Endothel sowie die Media-Adventitia-Grenze eindeutig unterschieden werden (Abb. 3 bis 11).

Die Adventitia war nicht bei allen Präparaten vom umgebenden Gewebe deutlich abgrenzbar und wurde deshalb für die morphometrische Auswertung nicht berücksichtigt.

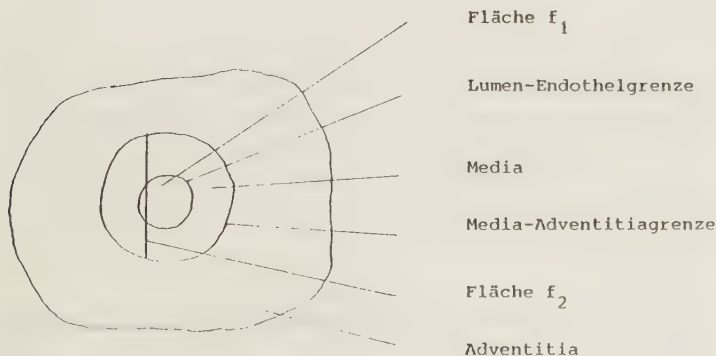
Als Meßinstrument diente ein Videoplan-Gerät der Firma KONTRON in Verbindung mit einem LEITZ-Orthoplan-Mikroskop (DFG Nr. He 1210/1-1). Gemessen wurde bei 250facher Vergrößerung, 2-Transformation-Points von 7,5 cm und Special Scale von 100.

Mit dem gerätespezifischen Meßgriffel wurde

- a) die Lumen-Endothelgrenze
- b) die Media-Adventitiagrenze

vermessen. Das Videoplan-Gerät errechnete daraus

- a) die Fläche des Lumens (f_1)
- b) die Fläche des Lumens plus die Fläche der Gefäßwand ohne Adventitia (f_2)



Die gemessenen Gefäßabschnitte wurden für die weitere statistische Auswertung 2 Gruppen zugeordnet:

Gruppe A

besteht aus plazentafernen und plazentanahen Gefäßabschnitten, wobei folgende Schnitte vermessen wurden:

Von einer Uterushälfte eines jeden graviden Tieres verwendete ich alle vorhandenen Blöcke, von jedem Block jeweils 1 Objektträger des peripheren Gefäßsegmentes und 1 Objektträger des zentralen Gefäßabschnittes, von jedem Objektträger 5 fortlaufende Schnitte der gleichen Arterie. - Da von jeder Maus 2 oder 3 Blöcke existierten (siehe Tab. 1), ergeben sich 4 oder 6 Objektträger, d.h. 4 oder 6 verschiedene Arterien, das sind 20 oder 30 Schnitte pro Tier.

Für den 6., 9. und 20. Graviditätstag ergeben sich jeweils 60 Messungen, für den 12., 15. und 18. Tag 80 Messungen.

Gruppe B

besteht aus uteroplazentaren Arterien, die in ihrem gesamten Verlauf von der Uterusarkade bis zur Uterusmuskulatur vermessen wurden:

Von derselben Uterushälfte eines jeden graviden Tieres wie bei Gruppe A wählte ich einen Block, bei dem eine Arterie in ihrer ganzen Länge auf allen Objektträgern dieses Blocks gesehen werden konnte. - Von jeder Maus wurde nur ein Block, somit nur eine Arterie berücksichtigt, dafür jeder 3. bzw. 5. Schnitt dieser Arterie (siehe Tab. 1).

Für den 6. Graviditätstag ergeben sich 50 Messungen pro Maus und pro Arterie, für den 9., 12., 15., 18. und 20. Tag 60 Messungen.

5. Statistische Auswertung

Die Arterien sind in ihren Verläufen Kaliberschwankungen unterworfen (z.B. durch Gefäßteilungen, durch schräge Anschnitte wegen Richtungsänderungen im Gefäßverlauf). Deshalb werden für die statistische Auswertung nicht die tatsächlichen Flächengrößen verwendet, sondern ihr Verhältnis zueinander. Diese Flächenrelation (FR) wird aus der Fläche f_1 (Lumen) und der Fläche f_2 (Lumen plus Gefäßwand ohne Adventitia) ermittelt.

$$\text{Flächenrelation (FR)} = \frac{f_2}{f_1}$$

Die Relationen wurden tabelliert und mit Hilfe des Rechners Hewlett Packard 9835 A (DFG Be 625/5) das arithmetische Mittel, Standardabweichung und Varianz errechnet.

Die Veränderungen im Graviditätsverlauf wurden mit dem U-Test nach Wilcoxon-Mann-Whithney (für unverbundene Stichproben) statistisch überprüft.

H₀-Hypothese für Gruppe A:

Der Mittelwert der Flächenrelationen sämtlicher Gefäßabschnitte eines Graviditätsstadiums eines Tieres (x) entstammt derselben Grundgesamtheit wie der Mittelwert der Flächenrelationen sämtlicher Gefäßabschnitte eines anderen Graviditätsstadiums eines anderen Tieres (y).

$$\bar{x}_{\text{SST}_x} = \bar{x}_{\text{SST}_y}$$

(SST = Schwangerschaftstag)

H₀-Hypothese für Gruppe B:

Der Mittelwert der Flächenrelationen einer Arterie eines Graviditätsstadiums eines Tieres (x) entstammt derselben Grundgesamtheit wie der Mittelwert der Flächenrelationen einer Arterie eines anderen Graviditätsstadiums eines anderen Tieres (y).

$$\bar{x}_{SST_x} = \bar{x}_{SST_y}$$

H₁-Hypothese für Gruppe A und B:

Die obengenannten Mittelwerte entstammen verschiedenen Grundgesamtheiten.

$$\bar{x}_{SST_x} \neq \bar{x}_{SST_y}$$

Voraussetzungen für den U-Test (für unverbundene Stichproben):

Die zu verteilenden Stichproben müssen die gleiche Verteilungsform aufweisen (Überprüfung durch 3. Moment, Wölbung, Schiefe).

Da diese Voraussetzung erfüllt war, wurden die z-Werte bestimmt nach der Formel (SACHS, 1974):

$$z = \frac{|U - \frac{mn}{2}|}{\sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}}}$$

m = Anzahl der Stichprobe 1

n = Anzahl der Stichprobe 2

U = Prüfgröße

Der erhaltene Wert z wird anhand der Standardnormalverteilung beurteilt. Ist $z > 1.96$ (bei $p = 0,05$ zweiseitiger Test), wird die Nullhypothese verworfen, die Alternativhypothese angenommen.

Die Veränderungen zwischen uterusfernern und uterusnahen Gefäßabschnitten bei jedem einzelnen Tier (Gruppe A) wurden durch den Kolomogoroff-Smirnoff-Test statistisch überprüft.

H_0 -Hypothese für Gruppe A:

Der Mittelwert der Flächenrelationen der peripher gemessenen Gefäßabschnitte eines Tieres entstammt derselben Grundgesamtheit wie der Mittelwert der Flächenrelationen der zentral gemessenen Gefäßabschnitte desselben Tieres.

$$\bar{x}_{\text{peripher}} = \bar{x}_{\text{zentral}}$$

H_1 -Hypothese für Gruppe A:

Die obengenannten Mittelwerte entstammen verschiedenen Grundgesamtheiten.

$$\bar{x}_{\text{peripher}} \neq \bar{x}_{\text{zentral}}$$

Formel nach SACHS (1974):

$$D_{\alpha} = K_{\alpha} \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}}$$

K = eine von der Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % abhängige Konstante

Erreicht oder übersteigt ein aus zwei Stichproben ermittelter Wert $\hat{D}$ diesen kritischen Wert $D_{n(\alpha)}$, so liegt ein bedeutender Unterschied vor.

BEFUNDE UND ERGEBNISSE

Die Meßwerte der Gruppe A (peripher und zentral vermessene Arterienabschnitte an 4 oder 6 verschiedenen Arterien pro Tier) und Gruppe B (eine in der Gesamtlänge vermessene Arterie pro Tier) sind in nachfolgenden Tabellen Nr. 2 bis Nr. 9 aufgeführt.

Inhalt und Reihenfolge der nachstehenden Tabellen:

Tab. 2: Meßwerte und Flächenrelationen uterusfern und uterusnah gemessener Arteriensegmente (Gruppe A)

Bezeichnungen

Ident.Nr.:

Zeigt Graviditätstag, Blocknummer und Objektträgernummer an, z.B.:

06 311 02 = 6. Graviditätstag, Blocknummer 31/1, Objektträgernummer 2

Fläche f_1 (μm^2):

Fläche des Lumens, gemessen an der Lumen-Endothelgrenze in μm^2

Fläche f_2 (μm^2):

Fläche des Lumens plus der Gefäßwand ohne Adventitia, gemessen an der Media-Adventitiagrenze

Flächenrelation (FR):

Das Verhältnis Fläche f_2 = Fläche f_1

Tab. 3: Meßwerte und Flächenrelationen in der Gesamtlänge vermessener Arterien (Gruppe B) (Bezeichnungen siehe Tab. 2)

Tab. 4: Mittelwerte der Flächenrelationen peripher und zentral gemessener Gefäßabschnitte (Gruppe A)

Tab. 5: Mittelwerte der Flächenrelationen in der Gesamtlänge gemessener Arterien (Gruppe B)

Graphiken 1 und 2 zu den Tabellen 4 und 5

Tab. 6: U-Test für Gruppe A: z-Werte für den Stichprobenvergleich der Flächenrelationen zwischen den verschiedenen Graviditätsstadien

Tab. 7: U-Test für Gruppe B: z-Werte für den Stichprobenvergleich der Flächenrelationen zwischen den verschiedenen Graviditätsstadien

Tab. 8: Ergebnisse nach dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Gruppe B): Stichprobenvergleich der Flächenrelationen zwischen peripheren und zentralen Arterienabschnitten eines Tieres in einem Graviditätsstadium

Tab. 9: Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse aus dem U-Test für Gruppe A und Gruppe B

Tab. 10: Veränderungen der z-Werte zwischen den einzelnen Graviditätsstadien (Gruppe A)

Tab. 11: Veränderungen der z-Werte zwischen den einzelnen Graviditätsstadien (Gruppe B)

Graphiken 4 und 5 zu den Tabellen 10 und 11

Häufigkeitsverteilungen der Mittelwerte der Flächenrelationen zu Gruppe A und Gruppe B

Tabelle 2: Meßwerte und Flächenrelationen uterusfern und uterusnah gemessener Arteriensegmente

Gruppe A

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenrelation (FR)
06 311 02	3729.2	6812.4	182.7
	2539.7	4729.7	186.2
	1240.6	3036.9	244.8
	1394.9	3672.6	263.3
	1654.1	4234.7	256.0
06 311 12	67.1	202.4	301.5
	77.2	249.3	323.1
	74.3	290.3	390.7
	68.39	234.0	342.2
	67.3	276.6	411.2
06 312 02	1033.0	2138.1	206.9
	1048.6	2072.0	197.6
	885.6	1979.1	223.5
	922.7	2088.5	226.3
	843.2	1772.1	210.2
06 312 13	1198.1	2213.2	184.7
	892.8	1983.2	222.1
	981.5	1833.1	186.8
	978.1	1915.1	195.8
	954.9	1874.9	196.4
06 321 03	1981.7	3838.3	193.7
	1986.3	3873.5	195.0
	2209.3	4262.3	192.9
	2166.1	4236.6	195.6
	2173.4	4244.8	195.3
06 321 08	619.2	1444.4	233.3
	670.1	1473.5	219.9
	668.2	1443.6	216.1
	574.5	1424.9	248.0
	628.9	1396.8	248.6
06 322 03	2367.4	4738.2	200.2
	2250.9	4406.7	195.8
	2506.4	5539.4	221.0
	2491.9	5134.7	206.1
	2392.5	4931.6	206.1
06 322 08	828.7	2063.6	249.0
	837.0	1965.5	234.8
	878.9	2041.9	232.3
	726.6	1812.4	249.5
	752.4	1757.1	233.5
06 351 03	251.3	1159.4	461.4
	320.6	1042.1	325.1
	382.8	1142.1	298.4
	312.9	1287.7	411.5
	360.2	1143.0	317.3
06 351 08	505.9	1451.7	286.9
	582.0	1802.9	309.9
	538.3	1728.1	321.1
	579.5	1462.2	252.3
	554.4	1239.8	223.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
06 352 03	814.0	2083.4	255.9
	953.7	2168.2	227.4
	892.7	2413.8	270.4
	845.1	2178.5	257.8
	1128.5	2645.0	234.4
06 352 13	1079.7	1967.0	182.2
	1129.9	2046.2	181.1
	1260.3	2326.1	184.6
	1164.7	2018.8	173.3
	1103.7	2138.8	193.8
09 281 02	1088.5	3812.3	350.2
	1402.5	4512.1	321.7
	1980.0	4549.4	229.8
	2020.2	5778.2	286.0
	2122.4	5132.4	241.8
09 281 08	591.2	1753.8	296.6
	633.3	1788.0	282.3
	598.4	1648.2	275.5
	682.6	1848.4	270.8
	455.9	1716.4	376.4
09 282 02	766.9	2185.5	285.0
	746.8	2118.9	283.7
	780.9	1902.5	243.6
	729.9	2057.5	281.9
	749.7	2163.7	288.6
09 282 13	531.2	1096.5	206.4
	505.5	1129.4	223.4
	635.4	1275.2	200.7
	634.6	1327.7	209.2
	601.2	1205.0	200.4
09 261 02	380.1	1008.0	265.2
	336.1	1068.3	317.9
	365.3	1096.4	300.1
	380.1	1040.7	273.8
	335.8	1090.0	324.6
09 261 13	266.0	968.7	364.2
	217.7	936.9	430.4
	279.8	990.1	353.9
	263.3	996.6	378.5
	259.6	982.4	378.4
09 262 02	262.4	572.4	218.2
	298.4	738.2	247.4
	303.4	680.7	224.3
	257.3	614.5	238.8
	283.9	625.8	220.4
09 262 08	614.9	2068.0	363.3
	549.3	1839.6	334.9
	576.5	1894.5	328.6
	574.9	1682.9	292.7
	603.6	1663.4	275.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
09 171 03	1897.8	3663.8	193.1
	1737.7	3381.9	194.6
	1940.0	3584.1	184.8
	1808.5	3846.3	212.7
	1572.4	3021.5	192.2
09 171 12	1489.2	3426.1	230.1
	1512.6	3410.8	225.5
	1576.0	3396.8	215.5
	1702.8	3169.5	186.1
	1274.8	3632.2	284.9
09 172 02	1961.2	4318.3	220.2
	1879.9	3846.8	204.6
	1947.7	4164.1	213.8
	1933.9	4165.0	215.4
	1944.6	4411.7	226.8
09 172 12	818.4	1909.1	233.3
	782.2	1985.8	253.9
	809.3	1896.4	234.3
	936.0	2097.7	224.1
	1014.6	2377.7	234.3
12 151 02	835.5	1604.6	197.0
	851.6	1679.6	197.2
	531.8	1145.1	215.3
	649.8	1288.5	198.3
	671.0	1308.2	194.9
12 151 08	2679.4	4212.0	157.2
	2523.9	4694.6	186.0
	2215.7	4234.2	191.1
	2195.8	3873.7	176.4
	1729.6	3643.9	210.7
12 152 02	822.0	2033.7	247.4
	1141.7	2825.5	247.5
	995.4	2358.1	237.9
	1008.7	2192.3	217.3
	1094.2	2151.8	196.7
12 152 08	571.3	1318.5	230.8
	662.6	1464.2	221.0
	692.7	1437.4	207.5
	686.7	1559.5	227.1
	613.6	1438.0	234.4
12 153 01	1775.2	3530.1	198.9
	1564.8	3389.5	216.6
	1834.7	3700.0	201.7
	1912.7	3870.5	202.4
	1767.5	3816.3	215.9
12 153 13	1400.6	2316.5	163.4
	1470.5	2425.8	165.0
	2128.0	3809.3	179.0
	1694.0	3322.0	196.1
	912.5	1890.1	207.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
12 251 02	3999.9	5307.3	132.7
	3545.6	5236.7	147.7
	3684.2	5195.7	141.0
	3918.5	5297.3	135.2
	3742.1	5634.0	150.6
12 251 08	1145.2	2375.7	207.5
	968.4	1878.1	193.9
	873.9	1742.3	199.4
	885.8	1881.4	212.4
	862.8	1761.9	204.2
12 252 02	1691.0	3257.9	192.7
	1427.4	3186.5	223.2
	1763.5	3865.7	219.2
	1948.5	3611.6	185.4
	1926.2	4765.5	247.4
12 252 08	1126.5	2308.8	205.0
	1358.0	2650.8	195.2
	1338.2	2612.6	195.2
	1408.3	2674.9	190.0
	1265.9	2294.7	181.3
12 253 02	520.0	1616.4	310.9
	519.2	1643.9	316.7
	541.8	1698.7	313.5
	524.6	1615.9	308.1
	553.0	1612.4	291.6
12 253 08	737.4	1552.0	210.5
	753.5	1565.9	207.8
	668.5	1450.2	216.9
	672.9	1532.1	227.7
	662.6	1601.4	241.7
12 371 03	553.9	1720.0	310.5
	615.9	1631.7	264.9
	857.5	1789.5	208.7
	887.9	2152.9	242.5
	1049.4	2324.8	221.5
12 371 08	640.6	1431.9	223.5
	669.3	1451.7	216.9
	753.1	1558.8	206.9
	656.3	1266.0	192.9
	636.1	1274.3	200.4
12 372 03	1332.4	2666.6	200.1
	1511.4	2874.6	190.2
	1186.4	2632.8	221.9
	1331.1	2735.0	205.5
	1396.1	2783.5	199.4
12 372 08	660.2	1520.3	230.3
	730.7	1697.8	232.4
	730.9	1664.3	227.7
	682.3	1606.9	235.5
	740.4	1619.9	218.8

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 211 02	2352.0	3481.3	148.0
	1806.6	3197.3	177.0
	1773.0	3146.5	177.5
	1848.9	3338.6	180.6
	1966.0	3737.4	190.1
15 211 12	1280.5	2466.8	192.7
	1126.9	2724.3	241.8
	1491.7	2758.1	184.9
	1524.5	3002.9	197.0
	1646.9	2518.9	153.0
15 212 02	2194.8	3787.9	172.6
	2085.4	3801.2	182.3
	2152.3	3737.1	173.6
	2595.1	3918.6	151.0
	1626.6	3933.0	149.7
15 212 08	715.2	1381.8	193.2
	613.7	1329.5	216.6
	625.0	1295.8	207.3
	548.1	1171.7	213.8
	478.1	1166.0	243.9
15 213 02	1708.0	2910.5	170.4
	1694.8	2746.7	162.1
	1630.5	2875.9	176.4
	1436.9	2564.6	178.5
	1154.0	2296.6	199.0
15 213 08	1788.9	3400.5	190.1
	1756.8	3318.7	188.9
	1809.2	3300.3	182.4
	1659.6	2834.8	170.8
	1643.5	2695.9	164.1
15 231 03	2649.8	4442.4	167.7
	2975.2	5239.6	176.1
	2520.6	4808.6	190.8
	2491.6	4731.6	189.9
	2336.1	4013.2	171.8
15 231 08	705.1	1581.7	224.3
	632.4	1420.9	224.7
	671.7	1414.3	210.6
	788.5	1866.3	236.7
	627.3	1655.7	263.9
15 232 02	2396.5	4238.0	176.8
	2544.0	4374.8	171.0
	2153.7	4342.9	201.7
	2392.1	4313.7	180.3
	2063.5	4092.9	198.4
15 232 08	916.5	1497.8	163.4
	956.4	1674.8	175.1
	900.6	1509.0	167.6
	947.5	1685.3	177.9
	950.0	1595.9	168.0
15 233 02	2010.9	4709.4	234.2
	2461.9	5166.7	209.9
	2310.5	5375.3	232.7
	2153.9	4785.4	222.2
	2268.4	4910.4	216.5

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 232 08	820.0	1869.4	228.0
	868.1	1867.1	215.1
	932.2	2023.9	217.1
	957.9	2177.9	227.4
	1326.9	2284.5	172.2
15 131 03	4534.1	6656.5	146.8
	4267.8	6156.7	144.3
	4308.3	6314.8	146.6
	3356.0	4912.8	146.4
	3420.6	5116.3	149.3
15 131 08	3442.4	5552.4	161.3
	2533.8	4563.8	180.1
	1678.0	2625.5	156.5
	1097.6	2012.0	183.3
	943.0	1682.4	178.4
15 132 03	1541.8	3438.9	223.1
	1960.2	4257.3	217.2
	1896.3	3910.9	206.2
	1937.3	3995.8	206.3
	2239.7	4116.8	183.8
15 132 12	611.4	1411.2	230.8
	573.4	1363.0	237.7
	556.9	1385.3	248.8
	576.1	1398.9	242.8
	641.6	1228.0	191.4
18 051 02	667.8	1608.3	240.9
	999.2	1882.8	188.4
	1202.9	2264.9	188.3
	947.8	1848.0	195.0
	1205.2	2212.7	183.6
15 051 08	5301.7	9042.9	170.6
	5066.2	8058.5	159.1
	4669.6	8107.7	173.6
	4183.8	7692.9	183.9
	4148.8	7170.7	172.8
18 052 02	2650.7	4936.5	186.2
	3092.2	5190.1	167.8
	2848.9	5087.3	178.6
	3089.4	5359.2	173.5
	3234.4	5236.2	161.9
18 052 08	2959.6	5918.5	200.0
	2509.1	4762.4	189.9
	2771.3	5113.5	184.5
	3202.2	5455.9	170.4
	3470.7	5680.7	163.7
18 053 02	1645.8	3258.5	198.0
	1355.7	3022.3	222.9
	1642.4	3237.1	197.1
	1516.7	3019.8	199.1
	1515.2	3456.5	228.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
18 053 13	645.8	1149.0	177.9
	482.4	987.0	204.6
	524.2	979.1	186.8
	453.0	891.3	196.8
	503.1	989.7	196.8
18 191 02	604.0	1123.0	185.9
	625.1	1172.3	187.5
	854.4	1818.8	212.9
	926.9	1791.9	193.3
	895.2	2059.7	230.1
18 19112	310.1	817.7	263.7
	335.1	675.5	201.6
	385.5	743.3	192.8
	404.1	863.4	213.7
	396.5	931.8	235.0
18 192 02	1881.1	3137.9	166.8
	1664.9	2932.8	176.2
	1489.4	2854.4	191.7
	1280.8	2756.7	215.2
	1438.6	2783.3	193.5
18 192 13	1362.9	2566.0	188.3
	1259.9	2454.3	194.8
	1472.5	2542.9	172.7
	1629.0	2807.7	172.4
	1323.0	2400.4	181.4
18 201 02	1094.1	2164.6	197.8
	949.9	1930.4	203.2
	924.3	1833.4	198.4
	794.8	1952.9	245.7
	1020.2	2081.0	204.0
18 201 13	2061.0	3521.5	170.9
	1840.0	3480.1	189.1
	1722.8	3184.3	184.8
	2017.8	3392.9	168.1
	2012.1	3519.9	174.9
18 071 02	4221.8	6595.3	156.2
	2621.7	4570.0	174.3
	2888.7	4210.8	145.8
	2790.0	4369.2	156.6
	2692.8	4432.2	164.2
18 071 12	470.3	828.1	176.1
	531.9	977.4	183.7
	342.3	785.1	229.4
	496.4	929.2	187.2
	403.4	886.0	219.6
18 072 02	3175.2	5007.0	157.7
	3033.3	5025.0	165.7
	2748.4	4284.3	155.9
	3114.9	4739.5	152.2
	3011.0	4381.1	145.5
18 072 12	329.5	794.8	241.2
	373.6	827.8	221.6
	394.9	939.9	238.0
	400.4	933.1	233.0
	380.8	855.4	224.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 012 03	485.4	1204.4	248.1
	692.0	1404.6	203.0
	661.7	1459.6	220.6
	743.3	1643.2	221.1
	729.5	1414.2	193.9
20 012 13	1312.7	1954.5	148.9
	1231.6	2165.3	175.8
	1278.9	2118.6	165.7
	1357.7	2102.9	154.9
	1420.8	2086.7	146.9
20 013 02	691.6	1521.5	220.0
	746.4	1558.3	208.8
	759.5	1382.8	182.1
	544.2	1143.4	210.1
	589.7	977.7	165.8
20 013 13	1194.7	1730.5	144.9
	1453.2	2178.7	150.0
	1414.7	1921.4	135.8
	1331.3	1958.6	147.1
	1317.1	1878.5	142.6
20 102 02	821.1	1683.5	205.0
	646.0	1539.2	238.3
	806.2	1520.2	188.6
	897.1	1667.7	185.9
	849.8	1603.4	188.7
20 102 07	1198.4	2258.9	188.5
	1440.5	2490.7	172.9
	1216.5	2321.9	190.9
	913.3	1732.7	189.7
	946.2	1963.2	207.5
20 103 03	2696.5	5923.2	219.7
	2621.5	5543.2	211.5
	2665.3	5741.7	215.4
	3023.3	5666.2	187.4
	2536.5	4900.5	193.2
20 103 13	3909.4	5480.8	140.2
	4551.6	5915.1	130.0
	4255.6	5809.0	136.5
	4052.2	5880.7	145.1
	3685.3	4958.7	134.6
20 111 03	3342.4	6744.0	201.8
	3362.9	6659.0	198.0
	3651.9	7353.2	201.4
	4014.8	7181.5	178.9
	4297.6	7731.1	179.9
20 112 01	6799.5	9561.4	140.6
	8876.8	12184.1	137.3
	9926.3	13282.5	133.8
	9687.0	13282.5	136.0
	11869.7	17069.2	143.8

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 111 12	1497.6	3003.4	200.5
	1129.9	2179.0	192.9
	732.3	1743.6	238.1
	764.2	1559.3	204.0
	727.7	1756.7	241.4
20 112 12	936.7	1599.2	170.7
	746.9	1460.3	195.5
	773.0	1581.0	204.5
	505.2	913.1	180.7
	569.7	1108.6	194.6

Tabelle 3: Meßwerte und Flächenrelationen in der Gesamtlänge vermesener Arterien

Gruppe B

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenrelation (FR)
06 312 01	1655.8	2867.6	173.2
	1577.7	2512.1	159.2
	1690.5	2442.4	144.5
	1833.5	2845.1	155.2
	1813.6	2770.9	152.8
	1720.7	2518.9	146.4
	1635.6	2602.4	159.1
06 312.03	1409.6	2564.5	181.9
	1209.6	2146.9	177.5
	1176.5	1879.0	159.7
	1070.9	2114.7	197.5
	940.4	1646.1	175.0
	915.7	1625.0	177.5
	951.0	1583.4	166.4
06 312 04	917.3	1644.1	179.2
	790.8	1506.9	190.5
	777.4	1418.4	182.5
	679.6	1240.3	182.5
	798.2	1330.7	166.7
	783.7	1414.8	180.5
	916.3	1609.7	175.7
06 312 06	928.6	1729.5	186.2
	1032.6	2126.9	160.5
	853.1	1499.4	175.8
	768.6	1461.4	190.1
	735.5	1428.2	194.2
	677.9	1451.2	214.1
	727.6	1452.1	199.6
06 312 07	698.1	1295.4	185.6
	715.9	1295.4	192.1
	779.7	1389.4	178.2
	841.7	1450.0	172.3
	905.7	1513.3	167.1
	1047.4	1684.7	160.1
	982.4	1645.5	167.5
06 312 08	964.9	1692.3	175.4
	1012.2	1675.4	165.5
	981.6	1661.3	169.3
	983.6	1737.7	176.7
	1082.0	1684.8	155.7
	1059.1	1626.5	153.6
	1058.9	1668.8	157.6
	928.6	1508.6	162.5
	901.6	1599.2	177.4
	875.7	1666.6	190.3

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
06 312 09	862.3	1523.2	176.6
	919.1	1601.9	174.3
	933.9	1621.5	173.6
	956.2	1817.4	190.1
	937.0	1821.7	194.4
06 321 01	1772.8	4141.9	233.6
	1824.8	4312.5	236.3
	1685.0	3889.3	230.8
	1392.3	3644.0	261.7
	1646.7	3365.6	204.4
	2007.3	4239.5	211.2
	2227.6	4548.8	204.2
	1921.2	4444.6	231.4
	1981.7	3838.3	193.7
	1986.3	3873.5	195.0
06 321 03	2209.3	4262.3	192.9
	2166.1	4236.6	195.6
	2173.4	4244.8	195.3
	2353.1	4165.9	177.0
	2410.9	4640.1	192.5
	2157.7	4406.9	204.3
	1707.0	4074.1	238.7
	1966.6	4125.8	209.8
	2339.7	4717.2	201.6
	2351.4	4907.5	208.7
06 321 04	2086.9	4295.3	205.8
	1916.5	3737.3	195.0
	2174.4	4118.2	189.3
	1807.5	3448.5	190.8
	1502.8	3157.7	210.1
	1635.4	3682.8	225.2
	1745.5	3353.6	192.1
	1712.8	3291.8	186.9
	1775.7	3036.1	171.0
	1664.9	3242.4	194.8
06 321 06	1593.9	3192.7	200.3
	1663.3	3346.5	201.2
	1093.4	2308.0	211.1
	1074.5	2489.3	231.7
	1050.8	2421.1	230.4
	1138.4	2642.5	232.1
	1281.9	3028.2	236.2
	655.5	1531.1	233.6
	675.7	1648.6	244.0
	572.3	1280.1	223.7
06 321 11	504.7	1388.8	275.2
	479.7	1159.0	241.6
	453.8	1304.6	287.5
	465.8	1147.5	246.3
	510.1	1226.7	240.5
	483.1	1257.6	260.3
	464.3	1189.9	256.3

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
06 351 01	629.1	1626.7	258.6
	683.7	1740.1	254.5
	718.1	1743.9	242.9
	628.3	1796.1	285.8
	666.8	1875.3	281.3
	727.4	1800.5	247.5
	627.5	1931.8	307.9
	648.0	1801.9	278.1
06 351 03	251.3	1159.4	461.4
	320.6	1042.1	325.1
	382.8	1142.1	298.4
	312.9	1287.7	411.5
	360.2	1143.0	317.3
	348.0	1026.5	295.0
	333.4	1042.6	312.7
	324.7	1098.5	338.4
06 351 04	303.1	738.1	243.6
	296.3	899.5	303.6
	302.4	947.7	313.5
	354.7	933.7	263.3
	342.7	866.8	252.9
	221.4	796.6	359.7
	260.3	746.4	286.7
	180.3	626.2	347.2
06 351 06	196.9	881.7	412.3
	218.9	701.3	320.5
	288.0	757.5	263.0
	276.7	782.2	282.7
	251.4	670.9	266.9
	256.1	736.5	287.6
	239.8	693.6	289.3
	275.8	778.5	282.2
06 351 08	241.6	747.1	309.2
	231.2	652.6	282.3
	267.6	720.6	269.3
	271.0	820.6	302.8
	263.2	781.3	296.8
	285.8	848.3	296.8
	334.8	822.3	245.7
	317.2	920.8	290.3
06 351 09	321.0	903.2	281.4
	143.2	567.9	396.6
	190.6	747.4	392.2
	159.6	663.1	415.5
	220.9	975.2	441.4
09 171 02	1242.9	3805.6	306.2
	1573.2	3811.4	242.3
	1791.8	4001.0	223.3
	1476.4	3841.6	260.2
	1459.8	3481.1	238.5
	1594.2	3606.9	226.3
	1457.5	4112.4	282.2
	1897.8	3663.8	193.1
09 171 03	1737.7	3381.9	194.6
	1939.9	3584.1	184.8
	1808.5	3846.3	212.7
	1572.4	3021.5	192.2
	1433.2	2987.6	208.5

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
09 171 03	1248.3	2802.7	224.5
	1269.5	2799.2	220.5
09 171 04	1553.1	2659.1	171.2
	1588.7	2797.3	176.1
	1438.9	2796.4	194.4
	1525.3	2925.3	191.8
	1232.2	2744.7	222.8
	1388.4	2789.9	200.9
	1486.4	2562.2	172.4
	1410.1	2725.2	193.3
09 171 06	1576.4	3303.8	209.6
	1498.4	3696.4	246.7
	1536.7	3491.5	227.2
	1517.8	3173.2	209.1
	1569.7	3133.6	199.6
	1573.0	3524.2	224.0
	668.5	1835.2	274.5
	884.0	1679.3	190.0
09 171 07	1040.1	3026.2	291.0
	1200.5	3428.9	285.6
	919.4	2115.9	230.1
	755.4	1617.8	214.2
	838.9	1881.5	224.3
	752.6	2160.6	287.1
	948.0	1902.6	200.7
	892.1	1993.8	223.5
09 171 08	872.8	1707.4	195.6
	1004.3	1890.7	188.3
	434.1	979.2	225.6
	400.2	964.1	240.9
	425.1	892.7	210.0
	271.4	832.5	306.7
	355.4	912.1	256.6
	422.1	883.4	209.3
09 171 09	640.7	1473.9	230.1
	739.8	1449.1	195.9
	1094.1	1979.1	180.9
	1285.5	2299.2	178.9
	821.5	1467.2	178.6
	233.1	529.6	227.2
	255.6	604.5	236.5
	252.2	591.2	234.4
09 171 11	244.3	568.1	232.5
	232.1	628.6	270.9
	220.5	657.7	298.3
	236.2	625.8	264.9
	267.4	676.3	252.9
	253.6	867.6	342.1
	285.4	808.6	285.4
	254.3	723.5	284.5

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
09 261 02	380.1	1008.0	265.2
	336.1	1068.3	317.9
	365.3	1096.4	300.1
	380.1	1040.7	273.8
	335.8	1090.0	324.6
	329.3	1049.2	318.6
	391.3	1101.5	281.5
09 261 03	470.4	1217.8	258.9
	356.5	1014.7	284.7
	424.1	1018.6	240.2
	404.9	1099.9	271.6
	414.1	1272.4	307.3
	430.2	1380.9	321.0
	428.4	1418.0	331.0
09 261 04	432.4	1068.0	247.0
	478.8	1246.9	260.4
	432.8	1264.2	292.1
	449.7	1110.4	246.9
	381.5	991.9	260.0
	285.7	806.4	282.3
	314.1	859.9	273.8
09 261 06	348.5	1099.2	315.4
	354.0	1096.7	309.8
	329.7	1042.6	316.2
	377.0	1029.2	273.0
	386.4	1180.1	305.4
	399.5	1320.0	330.4
	465.9	1325.1	284.4
09 261 07	528.4	1417.2	268.2
	604.9	1389.7	229.7
	655.2	1457.5	222.5
	589.1	1433.3	243.3
	515.5	1336.3	259.3
	537.6	1253.7	233.2
	444.4	1229.8	276.7
09 261 08	415.1	1109.3	267.2
	442.9	1209.6	273.1
	464.4	1311.6	282.4
	526.7	1461.5	277.5
	528.9	1405.7	265.8
	664.9	1419.7	213.5
	597.9	1497.1	250.4
09 261 09	560.6	1312.7	234.2
	519.8	1310.5	252.1
	538.7	1282.6	238.1
	426.8	1013.8	237.5
	572.0	1408.0	246.2
	595.4	1515.5	254.5
	584.3	1460.2	249.9
	505.1	1072.2	212.3
	434.6	1194.3	274.8
	474.4	1249.0	263.3

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
09 281 08	612.0	1611.5	263.3
	540.7	1560.2	288.6
	614.0	1642.7	267.6
	613.4	1680.9	274.0
	477.5	1521.0	318.6
	567.4	1428.5	251.8
	549.5	1497.8	272.6
	376.8	1693.6	449.5
09 281 09	672.7	1664.2	247.4
	808.8	1969.1	243.5
	814.1	2281.6	280.3
	617.8	1906.4	308.6
	533.4	1730.8	324.5
	503.5	1659.8	329.7
	583.0	1977.0	339.1
	385.6	1126.8	284.8
09 281 11	395.1	1441.3	364.8
	306.3	1222.5	399.1
	278.5	1116.1	400.8
	278.1	1162.1	417.8
	314.1	1236.5	392.6
	503.5	1956.6	388.6
	599.4	1926.0	321.4
	1775.2	3530.1	198.9
12 153 01	1564.8	3389.5	216.6
	1834.7	3700.0	201.7
	1912.7	3870.5	202.4
	1767.5	3816.3	215.9
	1628.9	3294.4	202.3
	1799.4	3866.3	214.9
	1421.9	2751.5	193.5
	1560.6	3201.2	205.1
12 153 02	1690.2	3293.5	194.9
	1193.9	2300.6	192.7
	783.9	1766.9	225.4
	632.1	1668.0	263.9
	677.5	1641.5	242.3
	721.8	1878.5	260.3
	619.9	1126.2	181.7
	648.1	1068.2	164.8
12 153 03	655.7	1162.7	177.3
	599.0	1168.6	195.1
	618.8	1187.7	191.9
	566.0	1080.7	190.9
	677.6	1192.7	176.0
	640.3	1109.7	173.3
	3156.6	5827.2	184.6
	3068.0	6155.2	200.6
12 153 04	1712.2	3404.0	198.8
	1670.6	3085.0	184.7
	1752.9	3709.1	211.6
	2019.2	3578.6	177.2

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
12 153 06	1154.6	2424.6	210.0
	977.3	1907.5	195.2
	899.0	2079.1	231.3
	795.1	2098.1	263.9
	779.9	2076.1	266.2
	839.4	1934.3	230.5
	909.2	2354.8	259.0
	869.4	2032.3	233.8
12 153 07	1053.8	1879.9	178.4
	1357.3	2434.7	179.4
	2189.7	3598.7	164.4
	694.1	1498.3	215.9
	787.1	1797.3	228.4
	732.2	1577.8	215.5
	768.1	1879.8	244.7
	478.9	1064.5	222.3
12 153 08	498.9	1030.8	206.6
	474.3	1061.5	223.8
	404.9	843.7	208.4
	642.3	1325.3	206.3
	708.8	1402.5	197.9
	702.9	1211.3	172.3
	720.8	1486.5	206.2
	434.5	1016.8	234.0
12 153 09	446.6	955.3	213.9
	367.1	803.2	218.8
	355.9	789.4	221.8
	1884.1	3428.3	182.0
	806.7	1558.5	193.2
	460.5	845.6	183.6
	394.9	967.0	244.9
	2381.4	5399.4	226.7
12 251 01	2963.6	6697.3	226.0
	3545.6	7968.1	224.7
	3439.6	5841.6	169.8
	3502.9	5820.3	166.2
	3506.4	5659.2	161.4
	3784.2	5944.5	157.1
	3535.0	5342.8	151.1
	3999.9	5307.3	132.7
12 251 02	3545.6	5236.7	147.7
	3684.2	5195.7	141.0
	3918.5	5297.3	135.2
	3742.1	5634.0	150.6
	3439.2	5091.9	148.1
	3236.2	4822.5	149.0
	3231.3	4927.7	152.5
	3103.8	5102.4	164.4
12 251 03	2741.8	4743.1	173.0
	2629.9	4510.8	171.5
	2688.8	4930.6	183.4
	2741.1	4852.7	177.0
	3106.9	5083.4	163.6
	3536.5	5219.0	147.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
12 251 04	2567.5	4342.6	162.4
	2780.7	4476.8	161.0
	3427.0	5519.8	161.0
	3340.9	5047.8	151.1
	3003.3	4913.8	163.6
	3109.4	5204.6	167.4
	2794.1	4909.4	175.7
	3154.4	4731.9	150.0
12 251 06	2668.6	4494.4	168.4
	2523.9	4084.5	161.8
	2388.5	4007.7	167.8
	2109.3	3588.6	170.1
	2296.9	3825.9	166.6
	2201.5	3916.5	177.9
	2345.1	4009.0	171.0
	2385.0	4116.1	178.6
12 251 07	2221.6	4013.2	180.6
	2785.6	4408.6	158.3
	1713.6	3294.9	192.3
	1788.2	3192.2	178.5
	1716.4	3126.4	182.2
	1874.0	3088.0	164.8
	1947.7	3093.4	158.8
	1897.8	3223.2	169.8
12 251 08	2301.3	3562.8	154.8
	2485.4	3721.8	149.8
	2418.7	3834.6	158.5
	1845.3	3141.8	170.0
	1810.2	3113.9	172.0
	1684.3	2948.9	175.1
	2041.7	3248.9	159.1
	2086.4	3284.3	157.4
12 251 11	1015.7	1842.0	181.4
	1053.3	1832.6	174.0
	1048.5	1849.5	176.4
	1157.9	1950.7	168.5
	1076.1	1955.8	181.8
	1197.6	2464.9	205.8
12 372 01	1115.3	2566.4	230.1
	1180.2	2591.3	219.6
	1095.2	2377.6	217.1
	1136.4	2699.6	237.5
	1267.3	2761.9	217.9
	1353.5	3040.2	224.6
	1502.4	3515.1	234.0
	1067.0	2470.2	231.1
12 372 03	1008.5	2204.0	218.6
	981.4	2512.7	256.0
	1095.0	3008.4	274.8
	503.6	1695.2	336.6
	603.0	1877.2	311.3
	620.0	1962.3	316.5
	750.7	2057.6	274.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
12 372 04	932.6	2076.7	222.7
	1274.6	2648.6	207.8
	1391.8	2924.2	210.1
	1292.0	2518.8	195.0
	1158.1	2577.2	222.6
	1250.0	2436.0	194.9
	1205.1	2470.7	205.0
	1113.6	2426.9	217.9
	1265.6	2817.8	222.7
	1342.4	2892.2	215.4
12 372 06	1143.7	2711.5	237.1
	1034.9	2274.5	219.8
	1153.3	2255.4	195.6
	1100.8	2591.4	235.4
	1155.7	2544.0	220.1
	1185.0	2814.0	237.5
	934.2	2254.5	241.3
	911.2	1919.5	210.7
	605.9	1617.4	267.0
	735.2	1803.7	245.3
12 372 08	809.0	1878.9	232.2
	799.8	1889.3	236.2
	809.0	1878.9	232.2
	799.8	1889.3	236.2
	804.9	2008.7	249.5
	896.2	1992.7	222.3
	814.4	1832.1	224.9
	833.8	1972.9	236.6
	888.5	1959.8	220.6
	888.9	2006.0	225.7
12 372 09	955.6	1774.1	185.3
	885.0	2001.3	226.1
	806.3	1903.3	236.1
	815.1	1994.0	244.7
	1265.9	2743.9	216.7
	1066.6	2539.5	238.1
	1219.9	2772.0	227.2
	1255.5	3211.1	255.8
	1290.3	3011.6	233.4
	1067.3	2688.4	251.9
12 372 11	1177.0	2814.0	239.1
	1518.2	3017.7	198.8
	734.2	1331.3	181.3
	3279.8	6194.5	188.9
	6784.8	11179.7	164.8
	11517.9	18735.4	162.8
	3327.9	6152.6	184.9
	3404.9	5492.6	161.3
	3600.5	5782.2	160.1
	3579.3	5630.3	157.3
12 132 02	3914.8	6453.5	164.9
	3972.5	6268.4	157.8
	3736.4	5606.5	150.1
	3452.0	5746.4	166.5
	3214.0	5302.6	164.9

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 132 03	4040.3	5835.4	144.4
	3516.2	5412.2	153.9
	3821.0	6022.2	157.6
	4083.3	6422.9	157.3
	3863.5	5746.1	148.7
	4695.3	6957.7	148.1
	3920.8	6429.3	164.0
15 132 06	4346.6	6928.6	159.4
	4945.0	8208.5	169.4
	496.4	1130.8	227.8
	545.9	1226.0	224.6
	559.9	1265.9	226.1
	592.9	1590.7	268.3
	709.0	1631.0	230.1
	815.2	1898.3	232.9
	901.8	2223.7	245.6
15 132 07	541.7	1344.1	248.1
	706.3	1784.9	252.7
	701.3	1691.7	241.2
	691.4	1693.0	244.9
	613.8	1501.3	244.6
	544.4	1392.4	255.8
	603.0	1399.4	232.1
	606.7	1307.5	215.5
15 132 08	571.0	1479.4	259.1
	586.9	1541.1	262.6
	674.2	1661.0	246.5
	549.6	1497.4	272.5
	330.8	886.2	267.9
	320.9	766.1	238.7
	331.5	772.4	233.0
	404.1	980.7	242.7
15 132 09	336.9	798.6	237.0
	364.0	833.0	228.9
	254.0	730.4	287.5
	210.0	698.6	332.6
	174.6	506.5	290.1
	218.6	627.2	286.9
	245.1	740.6	302.2
	207.3	611.3	294.8
15 132 11	212.1	649.9	306.5
	254.8	637.5	250.2
	209.1	583.6	279.1
	188.6	499.8	265.0
	140.8	482.8	342.9
	183.5	527.6	287.5
	264.3	732.6	277.2
	467.1	986.6	211.2
15 132 12	353.9	794.8	224.6
	211.2	695.5	329.4
	437.2	1012.6	231.6
	259.4	741.9	286.0

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 212 01	2375.5	4204.9	177.0
	2425.2	4974.5	205.1
	2360.7	4488.3	190.1
	2122.0	3885.7	183.1
	2134.8	4327.0	202.7
	2354.3	4316.0	183.3
	2227.7	4497.4	201.2
	2821.9	5006.3	177.4
15 212 02	2194.8	3787.9	172.6
	2085.4	3801.2	182.3
	2152.3	3737.1	173.6
	2595.1	3918.6	151.0
	2626.6	3933.0	149.7
	2348.6	3923.4	167.1
	2525.3	4089.3	161.9
	2196.9	3700.3	168.4
15 212 03	2354.9	4335.3	184.1
	2755.4	4773.7	173.3
	2998.2	4425.6	147.6
	3656.2	5820.9	159.2
	3565.3	6456.9	181.1
	1135.0	2139.5	188.5
	901.1	1785.5	198.2
	898.7	1842.2	205.0
15 212 04	785.5	1376.0	175.2
	942.9	2005.2	212.7
	669.8	1705.8	254.7
	632.0	1595.1	252.4
	641.5	1494.4	233.0
	680.6	1591.4	233.8
	221.2	733.5	331.7
	420.4	1071.3	254.8
15 212 08	420.0	948.2	225.8
	418.3	829.3	198.3
	326.3	773.3	237.0
	263.1	768.7	292.1
	362.6	993.7	274.1
	362.6	1053.0	290.4
	622.4	1805.3	290.1
	566.8	1234.7	217.8
15 212 09	649.3	1294.7	199.4
	482.9	1072.3	222.0
	502.3	1113.8	221.7
	549.9	1358.5	247.1
	238.7	637.9	267.3
	271.2	730.7	269.4
	719.8	1490.2	207.0
	669.5	1390.7	207.7
15 212 11	505.7	1241.7	245.5
	526.4	1177.7	223.7
	504.6	1332.3	264.0
	501.5	1282.2	255.7
	483.7	1197.7	247.6
	379.8	1071.2	282.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 232 01	2230.2	4855.9	217.7
	1772.8	3945.4	222.6
	1602.5	3169.7	197.8
	1568.1	3703.2	236.2
	1771.2	3960.9	223.6
	1522.0	3816.8	250.8
	1853.7	3913.9	211.1
15 232 02	2309.3	4128.7	178.8
	2550.1	4409.6	172.9
	2237.4	4404.9	196.9
	2380.9	4121.3	173.1
	2055.0	3879.2	188.8
15 232 03	2051.4	3509.5	171.1
	2428.6	4623.8	190.4
	2236.3	4254.8	190.3
	1940.7	3769.5	194.2
	2157.7	4243.3	196.7
	2604.5	4718.7	181.2
	3194.9	6252.0	195.7
	1389.8	3245.3	233.5
15 232 04	1072.0	2469.1	230.3
	1112.7	2298.9	206.6
	1560.5	3115.5	199.7
	1023.6	2203.0	215.2
15 232 07	665.0	1369.7	206.0
	734.1	1540.5	209.9
	931.7	1749.9	187.8
	785.0	1413.7	180.1
	581.1	1220.9	210.1
	542.4	1210.2	223.1
	537.7	1193.7	222.0
15 232 08	633.6	1430.9	225.8
	654.4	1437.6	219.7
	569.8	1308.6	229.7
	743.4	1784.6	240.1
	547.0	1363.5	247.9
	654.9	1496.8	228.5
	879.1	1714.3	195.0
15 232 09	921.4	2057.5	223.3
	846.6	1963.8	232.0
	622.5	1394.2	234.0
	686.5	1636.8	238.4
	588.8	1285.0	218.2
	611.2	1207.1	197.5
15 232 11	665.9	1655.0	248.5
	676.1	1593.6	235.7
	771.2	1589.6	206.1
	807.6	1846.5	228.7
	766.6	1547.7	201.9
	811.2	1758.5	216.8
	819.3	1627.5	198.6
	756.9	1684.9	222.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
15 232 12	1458.6	2802.0	192.1
	1341.2	2436.3	181.7
	1127.0	2462.9	218.5
	1542.7	3202.4	207.6
	1169.5	2597.7	222.1
	1018.4	2232.3	219.2
18 051 01	7768.5	15035.3	193.5
	6117.2	13325.5	217.8
	5368.5	10809.0	202.7
	5385.2	9884.7	183.6
	4990.3	15924.4	319.1
	6623.2	11665.9	176.1
	6426.1	11122.3	173.1
	6587.3	12655.5	192.1
18 051 02	667.8	1608.3	240.9
	999.2	1882.8	188.4
	1202.9	2265.0	188.3
	947.8	1848.0	195.0
	1205.2	2212.7	183.6
	947.6	1646.9	173.8
	867.0	1588.0	183.2
	780.3	1340.2	171.8
	2274.7	4241.0	186.4
18 051 03	2278.2	4313.9	189.4
	2218.9	4413.8	198.9
	2403.4	4406.8	183.4
	2214.6	4134.6	186.7
	2417.5	4408.3	182.4
	1381.2	2805.7	203.1
	1135.7	2241.8	197.4
	1230.4	2306.7	187.5
	1246.7	2385.9	191.4
18 051 04	1251.8	2366.2	189.0
	1267.4	2529.6	199.6
	1151.1	1941.8	168.7
	603.1	1469.4	243.6
	506.3	1181.7	233.4
	2900.8	4595.5	158.4
	3192.3	5284.5	165.5
18 051 06	2725.4	4982.7	182.8
	1873.4	3481.5	185.8
	1172.3	2741.7	233.9
	818.0	2399.1	293.3
	988.9	2532.3	259.0
	2114.6	5019.3	237.4
	2158.6	4000.4	185.3
	2109.5	3862.7	183.1
	2108.8	3798.0	180.1
18 051 07	2096.7	3582.0	170.8
	2429.8	3888.4	160.0
	2346.1	3847.7	168.3
	2668.7	4470.7	167.5
	2347.5	3961.7	168.8

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
18 051 09	3946.1	8085.4	204.9
	3836.2	7953.6	207.3
	2342.1	6342.0	270.8
	1941.4	6997.9	360.5
	1953.3	5643.7	288.9
	3645.7	6988.8	191.7
	3433.9	6551.7	190.9
	2967.6	5362.4	180.7
	3544.1	6353.8	179.3
	3600.2	5669.4	157.5
	3262.9	5191.8	159.1
	2835.1	4787.1	168.9
18 072 01	2976.3	4509.6	151.5
	3259.7	5366.2	164.6
	3155.5	4987.5	158.1
	3318.2	5233.3	157.7
	3390.1	5319.2	156.9
	2978.2	5018.8	168.5
	2864.7	4405.7	153.8
	3073.7	4844.3	157.6
	2928.8	4365.2	149.0
	3047.2	5230.1	171.6
	3034.8	5928.0	195.3
	3427.0	5853.8	170.8
18 072 03	1625.8	3187.9	196.1
	1978.8	3717.0	187.9
	1810.9	3186.2	176.0
	1572.7	3089.4	196.5
	1437.9	2997.1	208.4
	1514.7	2984.7	197.1
	1492.4	2914.5	195.3
	1570.0	2990.2	190.5
	1673.0	2662.3	159.1
	1486.7	2516.5	169.3
	1465.3	2540.4	173.4
	1444.3	2489.9	172.4
18 072 06	1555.9	2554.9	164.2
	1490.0	2769.8	185.9
	1479.0	3016.2	203.9
	1388.9	3101.9	223.3
	1305.8	2289.8	175.4
	1380.9	2385.9	172.8
	1168.2	2247.8	192.4
	1215.4	2355.4	193.8
	1122.4	2091.9	186.4
	964.7	1890.8	196.0
	844.3	1655.5	196.1
	766.5	1646.1	214.8
18 072 07	782.1	1604.4	205.1
	807.3	1736.2	215.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
18 072 08	1027.1	2043.0	198.9
	965.5	1949.0	201.9
	1128.9	2147.3	190.2
	1171.2	2197.7	187.7
	1453.6	2245.6	154.5
	1328.4	2400.4	180.7
	1480.7	2554.5	172.5
18 072 09	1229.0	2095.8	170.5
	1246.0	2868.1	230.2
	575.3	1271.5	221.0
	415.7	949.4	228.4
	471.3	1090.6	231.4
	1079.2	2136.5	198.0
	763.6	1476.5	193.4
18 072 11	845.1	1671.5	197.8
	408.1	873.0	214.0
	384.1	739.7	192.6
	416.3	780.1	187.4
	310.8	813.2	261.6
	578.4	1490.7	257.7
	589.5	1309.7	222.2
18 191 01	625.2	1536.7	245.8
	622.1	1668.1	268.2
	648.2	1740.8	268.6
	623.4	1724.3	276.6
	598.8	1774.4	296.3
	559.7	1729.6	309.0
	4467.2	6591.0	147.5
18 191 02	3599.3	4988.0	138.6
	3706.5	5342.1	144.1
	3959.1	5474.8	138.3
	4950.4	6631.8	134.0
	2285.1	3821.3	167.2
	2468.0	3637.1	147.4
	2533.9	3607.6	142.4
18 191 03	2483.9	3293.9	132.6
	2827.9	3814.5	134.9
	3366.3	4399.6	130.7
	2362.7	3708.8	157.0
	4269.9	6443.0	150.9
	1350.1	2406.2	178.2
	1032.9	1705.5	165.1
18 191 04	915.6	1467.9	160.3
	839.2	1582.5	188.6
	863.9	1362.2	157.7
	623.9	1453.5	233.0
	1487.6	3027.4	203.5
	2842.3	5225.1	183.8
	2364.0	4160.8	176.0
18 191 06	1539.8	2973.6	193.1
	1210.2	2405.7	198.8
	1068.1	2471.5	231.4
	1496.1	4434.9	296.4
	2114.9	4001.1	189.2
	2226.8	4754.2	213.5
	2163.0	4697.4	217.2

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
18 191 07	2030.9	3064.2	150.9
	2076.0	3167.0	152.6
	539.8	1101.4	204.1
	518.5	1335.3	257.5
	630.4	1746.2	277.0
	535.0	1354.0	253.1
18 191 08	494.0	1233.2	249.7
	590.5	1506.7	255.2
	589.6	1418.8	240.6
	593.8	1482.4	249.7
	1007.8	2048.4	203.3
	953.8	2016.9	211.5
	817.5	1901.1	232.6
	842.4	2033.2	241.4
18 191 09	460.5	1074.2	233.3
	647.4	1400.4	216.3
	598.7	1139.4	190.3
	813.7	2143.7	263.5
	2164.8	4875.5	225.2
18 191 11	548.7	2050.1	373.6
	821.6	2280.1	277.5
	2243.9	3785.1	168.7
	1492.0	4252.2	285.0
	3807.9	8333.5	218.9
	2891.7	6152.3	212.8
20 013 01	6799.5	9561.4	140.6
	8876.8	12184.1	137.3
	9926.3	13282.5	133.8
	9687.0	13166.0	135.9
	11869.7	17069.2	143.8
	15436.7	20980.6	135.9
	2577.1	4679.4	181.6
	2817.3	5123.7	181.9
	2808.9	5709.0	203.2
	2735.5	4927.2	180.1
	1948.5	3750.0	192.5
20 013 02	1545.7	2957.8	191.4
	1812.8	3324.4	183.4
	1759.3	2953.6	167.9
	1225.7	2260.3	184.4
	1672.6	2958.4	176.9
	1530.2	2935.6	191.9
	1826.6	3558.6	194.8
	2059.7	3676.1	178.5
20 013 03	1469.1	3042.6	207.1
	1247.4	2482.0	199.0
	1491.6	3093.9	207.4
	1581.7	3334.7	210.8
	1158.7	2209.1	190.7
	1539.1	2705.2	175.8
	1620.9	3030.4	187.0
	1934.4	3789.3	195.9
	1680.2	2917.5	173.6

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 013 04	1948.7	3254.8	167.0
	2233.9	4219.1	188.9
	2015.5	3460.7	171.7
	2588.4	4796.5	185.3
	1216.8	2041.2	167.8
20 013 06	1285.8	2823.7	249.1
	1928.9	3412.7	176.9
	2045.4	3071.2	150.2
	1850.7	3142.5	169.8
	1874.3	2924.9	156.1
	1558.4	2762.2	177.2
	1773.8	3036.8	171.2
	1785.3	3111.3	174.3
	2017.7	3340.5	165.6
	2024.0	3412.0	168.6
	1514.9	2687.8	177.4
20 013 07	1845.4	2893.7	155.4
	1703.2	2893.7	169.9
	2075.1	3376.9	162.7
	2077.4	3166.4	152.4
	2291.0	3793.5	165.6
	2921.0	5814.9	199.1
	3505.2	5906.3	168.5
	1374.5	2491.6	181.3
20 013 08	1319.7	2296.8	174.0
	1033.1	1917.8	185.6
	943.0	1817.9	192.8
	1059.2	1900.3	179.4
	1131.0	2200.1	194.5
	1288.0	2436.2	189.2
	1273.1	2037.5	160.0
	821.1	1674.3	203.9
	694.9	1347.3	193.9
	614.5	1323.9	215.5
	741.4	1460.1	196.9
20 013 09	783.4	1693.8	216.2
	932.9	1781.1	190.9
	1005.2	1947.8	193.8
	873.7	1738.1	198.9
	1007.9	1774.4	176.0
	986.9	1933.9	195.9
	874.9	1579.3	180.5
	825.0	1691.4	205.0
	774.9	1652.0	213.2
	2679.2	5725.1	213.7
20 103 03	2771.1	6104.9	220.3
	2923.6	6025.2	206.1
	3012.8	5767.0	191.4
	2579.4	4699.9	182.2
	2100.8	4069.6	193.7
	3245.2	6396.9	197.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 103 06	2717.0	5196.8	191.3
	2622.1	5404.6	206.1
	2851.7	6364.1	223.2
	3091.9	7228.8	233.8
	1903.5	3091.1	162.4
	2367.4	3920.2	165.6
	2651.8	4027.3	151.9
	2507.0	3926.7	156.6
20 103 07	2443.4	3412.5	139.7
	2460.4	3544.5	144.1
	1441.2	2215.8	153.8
	1495.8	2476.2	165.5
	1630.1	2644.5	162.2
	2233.7	3151.9	141.1
	1133.2	1904.5	168.1
	2301.1	3249.3	141.2
20 103 08	2894.6	4651.3	160.7
	3026.7	4332.1	143.1
	3066.9	4546.7	148.3
	3000.1	4821.5	160.7
	1712.5	2973.6	173.6
	1737.5	2855.8	164.4
	1785.4	2927.1	163.9
	1672.8	2549.1	152.4
20 103 09	1800.1	3087.4	171.5
	1768.5	2993.7	169.3
	1657.3	2650.8	159.9
	1660.3	2884.7	173.7
	1758.8	3359.4	191.0
	2160.5	3932.9	182.0
	1721.1	3377.6	196.3
	2005.9	3538.9	176.4
20 103 12	1630.6	2699.8	165.6
	1723.2	1684.1	155.8
	2687.7	4351.1	161.9
	2182.6	3535.6	162.0
	1731.5	2815.9	162.6
	3392.2	5386.6	158.8
	3098.9	4528.2	146.2
	3306.2	4518.3	136.7
20 103 13	2819.2	5273.7	187.1
	2651.4	4710.9	177.7
	2909.6	5031.0	172.9
	3217.9	5725.9	177.9
	3788.6	5998.4	158.3
	3488.1	5230.7	149.9
	3422.1	6358.9	185.8
	4949.0	7378.4	149.1

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 111 03	2863.1	6510.3	227.4
	3009.4	6333.9	210.5
	3824.0	7305.5	191.1
	3417.3	7141.4	209.0
	3916.2	7512.2	191.8
	3576.9	7147.8	199.8
	4162.1	7647.4	183.8
	4706.1	8311.3	176.6
	4659.0	8483.6	182.1
	4708.2	8175.4	173.6
20 111 04	5373.2	9214.7	171.5
	5859.5	9478.3	161.8
	5365.0	9611.7	179.2
	7066.4	11152.0	157.8
	8320.1	13722.6	164.9
	7976.4	13401.2	168.0
	7620.8	13268.5	174.1
	7832.4	12766.5	163.0
	8254.6	13284.1	160.9
	9166.8	13472.1	147.0
20 111 06	9215.2	13316.1	144.5
	8959.8	13789.9	153.9
	8153.5	12584.7	154.4
	8192.7	13413.6	163.7
	7616.0	12261.7	161.0
	7656.2	12097.4	158.0
	6842.2	10486.8	153.3
	6907.8	10583.0	153.2
	5723.3	8671.4	151.5
	5749.5	8920.1	155.2
20 111 07	5685.7	9400.0	165.3
	5347.9	8834.0	165.2
	5617.0	8954.5	159.4
	5589.3	9284.8	166.1
	4869.4	8742.0	179.5
	5665.2	9697.8	171.2
	5501.3	8868.9	161.2
	5372.3	9698.4	180.5
	5696.2	9162.9	160.9
	5214.1	8595.3	164.9
20 111 08	5106.4	8891.0	174.1
	4774.3	8632.4	180.8
	4733.2	8768.8	185.3
	4946.3	8452.1	170.9
	5101.7	9163.3	179.6
	5390.3	8903.2	165.2
	4723.8	8849.8	187.3
	4217.4	8172.0	193.8
	3643.2	7667.7	210.5
	3872.9	7223.7	186.5
20 111 09	4071.2	7427.4	182.4

Ident.Nr.	Fläche f_1 (μm^2)	Fläche f_2 (μm^2)	Flächenre- lation (FR)
20 111 12	1613.6	2891.3	179.2
	1656.2	2828.2	170.8
	1605.3	2926.6	182.3
	1727.0	2967.8	171.9
	1616.3	3034.9	187.8
	1579.9	2849.9	180.4
	1444.0	2558.9	177.2
	1583.6	2680.0	169.2

Tabelle 4: Mittelwerte der Flächenrelationen peripher und zentral gemessener Gefäßabschnitte (Gruppe A)

	6. Tag	9. Tag	12. Tag	15. Tag	18. Tag	20. Tag
	n = je 10 Σ = 60	n = je 10 Σ = 60	n: 1.+2. T. je 15; 3. T. je 10 Σ = 80	n: 1.+2. T. je 15; 3. T. je 10 Σ = 80	n: 1.+2. T. je 15; 3. T. je 10 Σ = 80	n = je 10 Σ = 60
1. Tier p	219.754	281.238	212.336	172.582	193.963	207.334
1. Tier z	275.45	254.187	196.848	196.027	182.08	151.244
2. Tier p	200.163	263.076	221.048	196.047	200.144	203.358
2. Tier z	236.494	350.042	205.904	204.797	193.61	163.581
3. Tier p	305.951	205.81	226.526	176.991	157.401	165.131
3. Tier z	230.869	232.203	218.529	201.100	215.448	202.303
M/M p ()	241.956	250.04	219.97	181.87	183.836	191.941
M/M z ()	247.604	278.81	207.09	200.641	197.046	172.376
M/M p + z	244.780	264.424	213.53	191.256	190.441	182.159

Abkürzungen: n = Anzahl der Schnitte
je = jeweils peripherer und zentraler Arterienabschnitt pro Tier
Σ = gemessene Schnitte pro Graviditätstag
Tag = Graviditätstag
p = peripherer Arterienabschnitt
z = zentraler Arterienabschnitt
M/M = Mittelwert der Mittelwerte der Arterienabschnitte von Tier 1, 2 und 3

Tabelle 5: Mittelwerte der Flächenrelationen in der Gesamtlänge gemessener Arterien (Gruppe B)

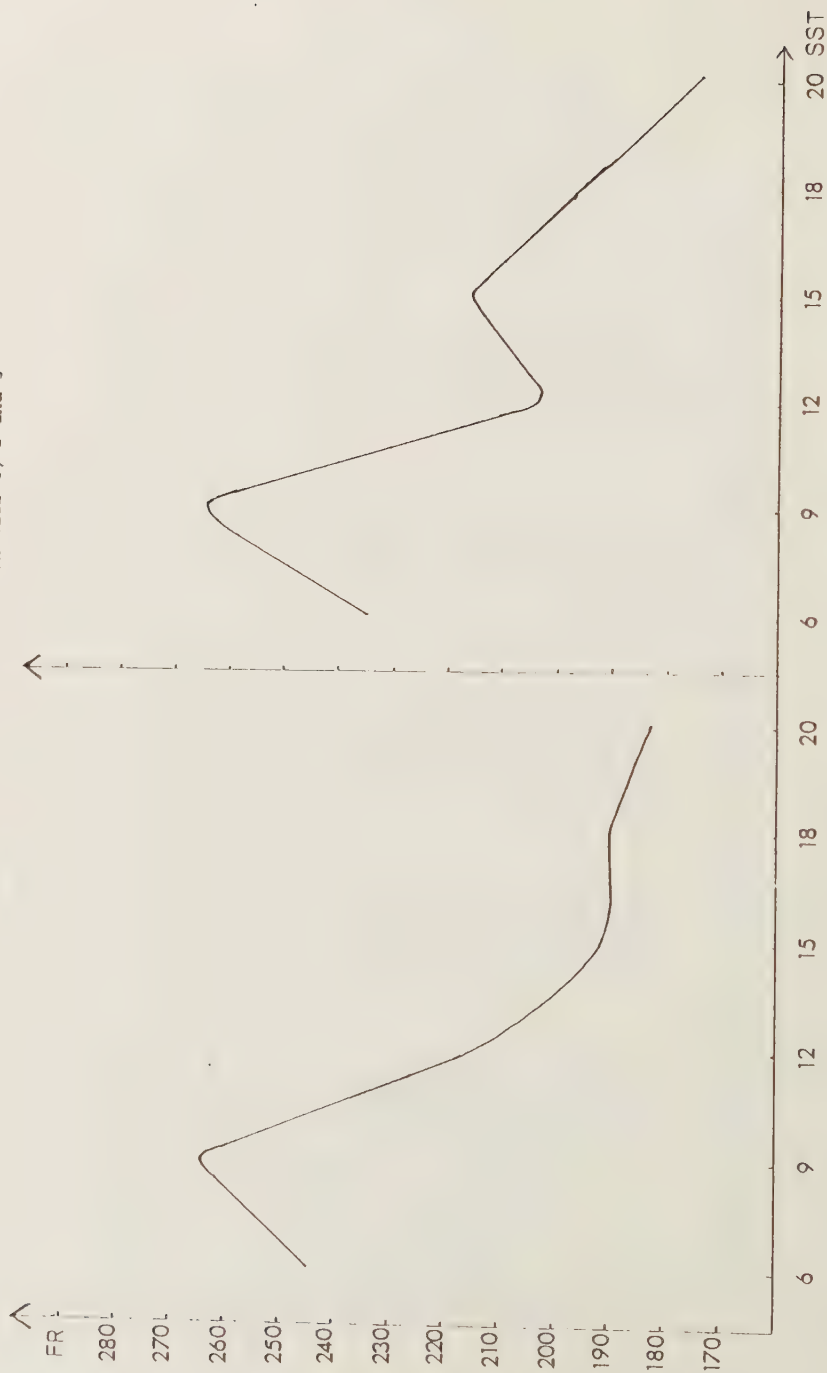
	6. Tag	9. Tag	12. Tag	15. Tag	18. Tag	20. Tag
	n = 50	n = 60	n = 60	n = 60	n = 60	n = 60
1. Tier	174.388	224.737	208.190	222.163	192.981	171.028
2. Tier	217.698	267.515	167.315	215.138	186.673	173.758
3. Tier	309.141	299.988	232.690	211.139	206.472	177.238
M/M	233.742	264.080	202.732	216.147	195.375	174.008

Abkürzungen: n = Anzahl der gemessenen Schnitte pro Graviditätstag

Tag = Graviditätstag

M/M = Mittelwert der Mittelwerte von Tier 1, 2 und 3

Mittelwerte aus den Mittelwerten von Tier 1, 2 und 3



Graphik 1 zu Tabelle 4

Graphik 2 zu Tabelle 5

Tabelle 6: U-Test für Gruppe A:

Vergleich der Flächenrelationen zwischen den verschiedenen Gravitätsstadien

6. Tag			9. Tag			12. Tag			15. Tag			18. Tag		
1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier
6/1	6/2	6/3	9/1	9/2	9/3	12/1	12/2	12/3	15/1	15/2	15/3	18/1	18/2	18/3
für:			für:			für:			für:			für:		
x=6...			x=9...			x=12...			x=15...			x=18...		
y=5...12...15...18...20...			y=12...15...18...20...			y=15...18...20...			y=18...20...			y=20...		
9/1 1. Tier	-1.6766	-3.4613	-0.2975											
9/2 2. Tier	-2.8663	-4.4619	-1.9470											
9/3 3. Tier	-0.5949	-0.3245	2.2174											
12. Tag														
12/1 1. Tier	1.8809	1.6829	3.1876	4.4944	5.4615	1.6631								
12/2 2. Tier	1.5641	1.1879	2.4947	3.3064	4.6924	1.1681								
12/3 3. Tier	0.2839	0.2434	2.0011	3.1368	4.3807	0.2704								
15. Tag														
15/1 1. Tier	4.2568	4.4944	4.4152	5.4447	5.7813	4.2865	3.3999	2.6678	4.6528					
15/2 2. Tier	2.5145	2.2967	3.7222	4.5142	5.3853	2.2769	0.6209	0.7835	2.3561					
15/3 3. Tier	3.0287	2.6501	3.7047	4.3537	4.9486	2.5960	1.6730	1.5443	2.6501					
18. Tag														
18/1 1. Tier	3.8608	4.2568	4.0984	5.6031	5.7615	4.0786	3.0008	2.6313	4.6924	0.7982	1.5669	-0.1782		
18/2 2. Tier	2.9698	3.4054	3.5836	5.0289	5.6427	3.1084	1.8182	1.7000	3.6232	-2.0991	0.3917	0.9306		
18/3 3. Tier	3.1909	2.9475	3.9210	4.4348	4.8945	2.7042	1.9601	1.5839	2.1600	0.3564	1.6433	0.1893		
20. Tag														
20/1 1. Tier	3.5965	3.2991	4.1644	4.6241	5.1379	3.4884	2.5145	2.1383	3.4884	0.8316	2.4353	0.8383	1.2671	1.8809
20/2 2. Tier	3.1366	3.7588	3.6506	4.7864	5.3002	3.4513	2.4947	2.2967	3.8399	0.4158	1.4651	0.4327	0.2178	0.9899
20/3 3. Tier	3.2991	3.2720	3.7047	4.8405	5.2190	3.2891	1.3363	2.2769	3.6236	0.4554	1.3859	0.6490	0.1980	0.8910

Zahlen in Fettdruck: z-Werte < 1.96 (bei $p = 0.05$ zweiseitiger Test), d.h. die H_0 -Hypothese wird angenommen, die Stichproben entstammen derselben Grundgesamtheit

Tabelle 8: Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Gruppe B)

Vergleich der Flächenrelationen zwischen peripheren und zentralen Arterienabschnitten eines Tieres in einem Graviditätsstadium

	6. Tag	9. Tag	12. Tag	15. Tag	18. Tag	20. Tag
	$x = p, y = z$ $p=0.05$	$x = p, y = z$ $p=0.05$	$x = p, y = z$ $p=0.05$	$x = p, y = z$ $p=0.05$	$x = p, y = z$ $p=0.05$	$x = p, y = z$ $p=0.05$
1. Tier p/z	T=.500 T>.608	.500 T>.608	.467 T>.497	.667 T>.497	.267 T>.497	.900 T>.608
2. Tier p/z	T=.900 T>.608	.800 T>.608	.400 T>.497	.333 T>.497	.333 T>.497	.600 T>.608
3. Tier p/z	T=.600 T>.608	.700 T>.608	.300 T>.608	.500 T>.608	.1.000 T>.608	.600 T>.608

Abkürzungen: p = peripherer Gefäßabschnitt

z = zentraler Gefäßabschnitt

Tabelle 9: Zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse aus dem U-Test für Gruppe A und B

Tag	6. Tag			9. Tag			12. Tag			15. Tag			18. Tag		
	H ₀	H ₁		H ₀	H ₁		H ₀	H ₁		H ₀	H ₁		H ₀	H ₁	
9.	A	5	4	1	8										
	B	2	7	4	5										
12.	A	6	3	9	3	6	9								
	B	1	8	6	3	1	8	8	1						
15.	A		9	9			9	9							
	B	3	6	6	3	3	6	9							
18.	A		9	9			9	9							
	B	1	8	6	3		9	9							
20.	A		9	9			9	9							
	B	3	6	8	1		9	9							

Abkürzungen: H₀ = Die Mittelwerte der Flächenrelationen entstammen der gleichen Grundgesamtheit
H₁ = Die Mittelwerte der FR entstammen nicht der gleichen Grundgesamtheit
↓ = Abnahme der Mittelwerte der Flächenrelationen
↑ = Zunahme der Mittelwerte der Flächenrelationen
H₁ Gruppe A: 89 H₀ Gruppe A: 46
H₁ Gruppe B: 112 H₀ Gruppe B: 23

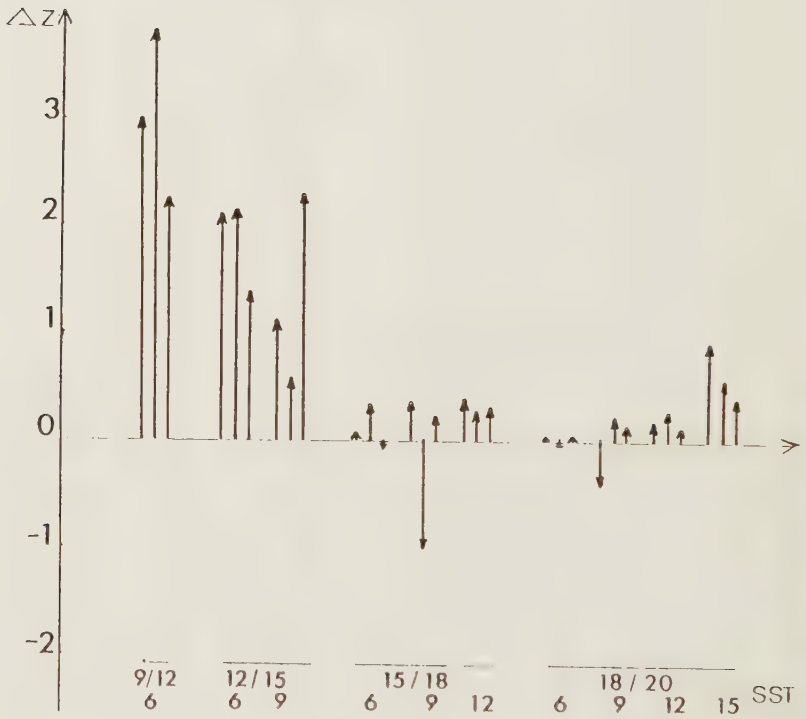
Veränderungen der z-Werte zwischen den einzelnen Graviditätsstadien, errechnet aus Tabelle 6 und 7

Tabelle 10: Peripher/zentral gemessene Arterien (Gruppe A)

	6. Tag			9. Tag			12. Tag			15. Tag		
	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier
$\frac{9.}{12.}$ Tag	2.956	3.787	2.27									
$\frac{12.}{15.}$ Tag	2.024	2.109	1.386	1.125	0.527	2.233						
$\frac{15.}{18.}$ Tag	0.013	0.39	0.08	0.386	1.061	0.244	0.361	0.24	0.272			
$\frac{18.}{20.}$ Tag	0.004	0.094	0.027	0.407	0.214	0.119	0.19	0.265	0.159	0.882	0.561	0.36

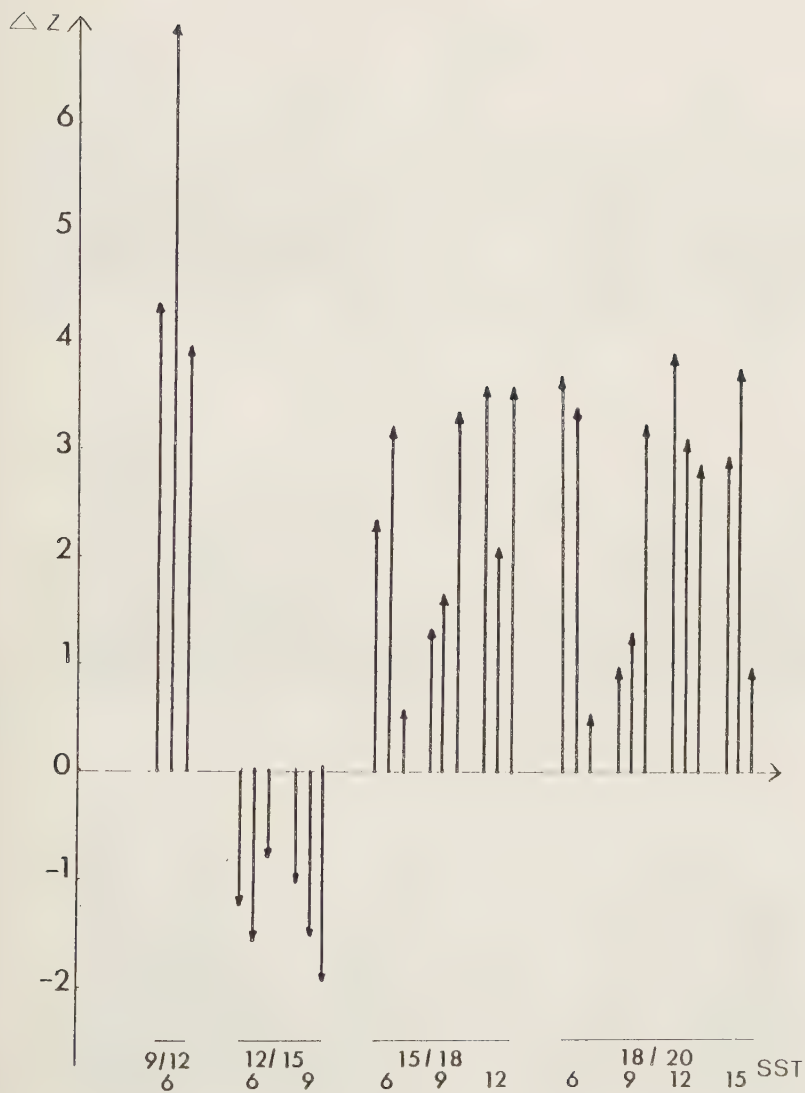
Tabelle 11: Durchgemessene Arterien (Gruppe B)

	6. Tag			9. Tag			12. Tag			15. Tag		
	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier	1. Tier	2. Tier	3. Tier
$\frac{9.}{12.}$ Tag	4.287	6.9299	3.972									
$\frac{12.}{15.}$ Tag	1.259	1.5903	0.7741	1.088	1.545	1.972						
$\frac{15.}{18.}$ Tag	2.268	3.202	0.684	1.259	1.675	3.308	3.553	1.579	3.498			
$\frac{18.}{20.}$ Tag	3.601	3.327	0.512	0.964	1.345	3.256	3.8493	3.2374	2.822	2.915	3.730	1.939



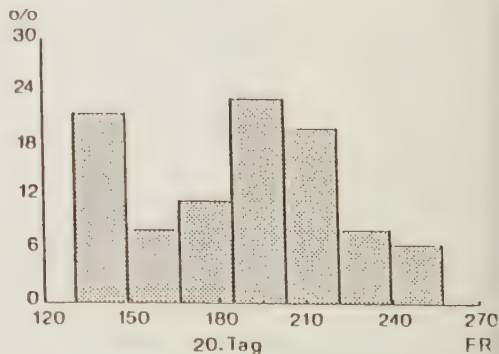
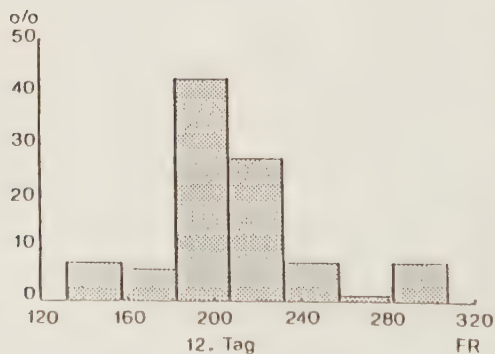
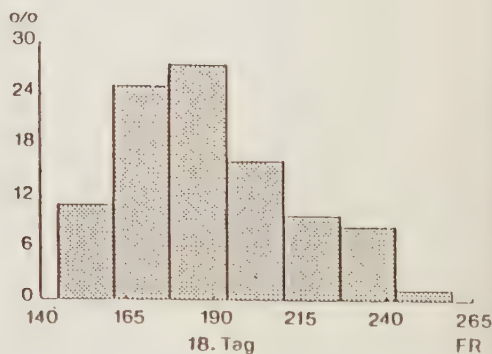
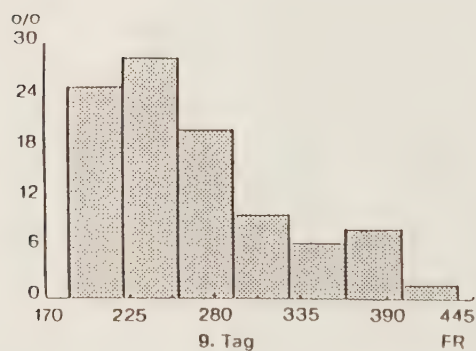
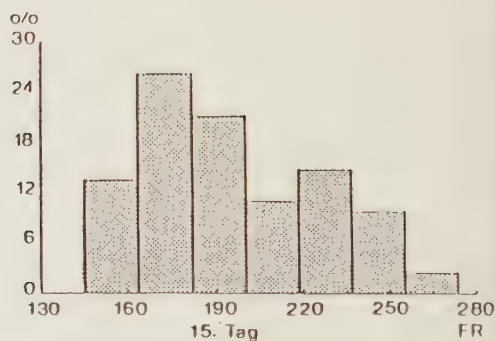
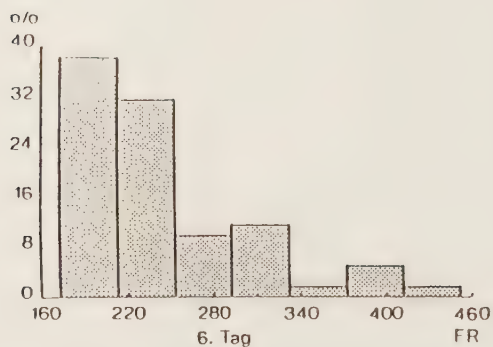
ΔZ : Graphik 3 zu Tabelle 10

- 1. Senkrechte $\hat{=}$ 1. Tier
- 2. Senkrechte $\hat{=}$ 2. Tier
- 3. Senkrechte $\hat{=}$ 3. Tier



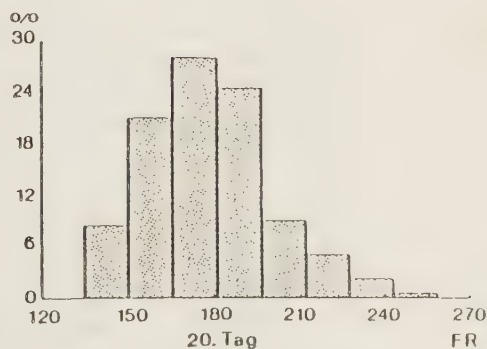
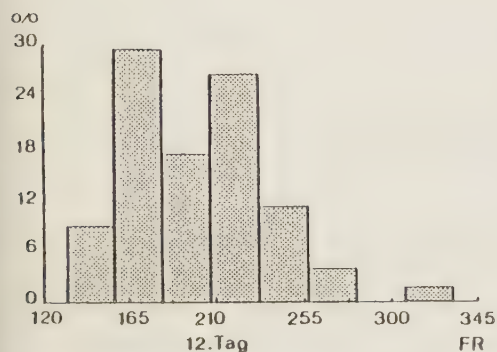
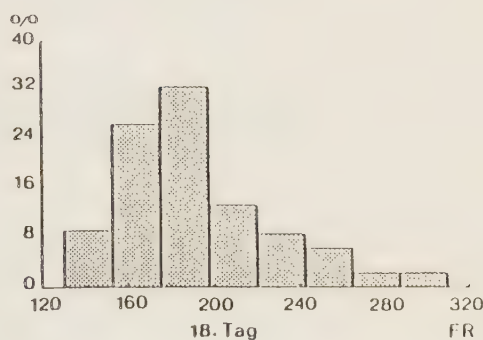
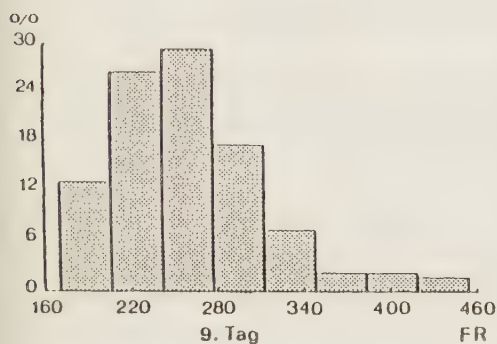
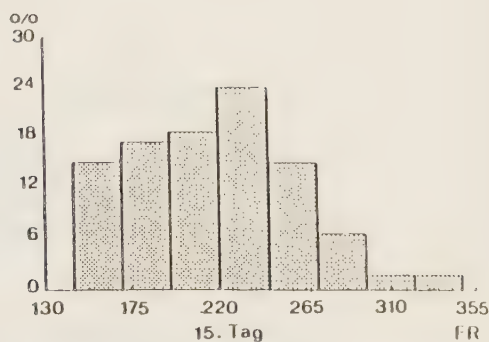
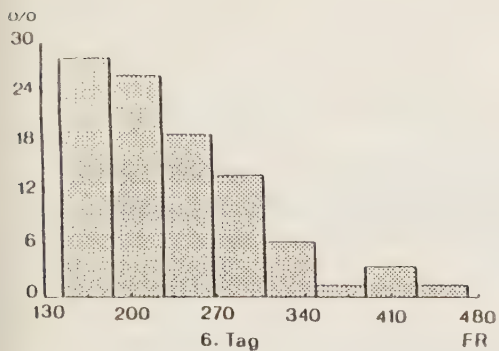
ΔZ : Graphik 4 zu Tabelle 11

1. Senkrechte $\hat{=}$ 1. Tier
2. Senkrechte $\hat{=}$ 2. Tier
3. Senkrechte $\hat{=}$ 3. Tier



Häufigkeitsverteilungen der Flächenrelationen uteroplazentarer Arterien in den verschiedenen Graviditätsstadien

(Gruppe A: n für 6., 9., 20. Tag = 60,
n für 12., 15., 18. Tag = 80)



Häufigkeitsverteilungen der Flächenrelationen (FR) uteroplazentarer Arterien in den verschiedenen Graviditätsstadien

(Gruppe B: n für 6. Tag = 150,
n für 9., 12., 15., 18., 20. Tag = 180)

Ergebnisse der Gruppe A

135. Stichprobenvergleiche uterusfern und uterusnah gemessener Arteriensegmente im Verlauf der Gravidität wurden nach dem Test von Wilcoxon-Mann-Whitney statistisch ausgewertet.

In 89 Fällen entstammt der Mittelwert der Flächenrelationen verschiedenen Grundgesamtheiten (H_1 -Hypothese), in 46 Fällen derselben Grundgesamtheit (H_0 -Hypothese).

Bei 65 % der untersuchten Artierenabschnitte besteht somit ein signifikanter Unterschied zwischen dem 6., 9., 12., 15., 18. und 20. Graviditätstag.

9mal sind die Mittelwerte der Flächenrelationen des früheren Schwangerschaftstages (SST) kleiner als die des späteren SST, 126mal nehmen sie im Gestationsverlauf ab (siehe Tab. 4, 6 und 9).

Laut Test nach Kolmogoroff-Smirnoff für den Vergleich der Flächenrelationen zwischen den uterusfernen und uterusnahen Arterienabschnitten eines jeden Tieres in ein und demselben Graviditätsstadium entstammt der Mittelwert der Flächenrelationen bei insgesamt 18 Tieren (= 18 Vergleichen) 12mal derselben Grundgesamtheit (H_0 -Hypothese).

6mal ergibt sich zwischen den peripheren und zentralen Gefäßsegmenten ein signifikanter Unterschied, d.h. die Mittelwerte der Flächenrelationen entstammen nur in 30 % der Vergleiche verschiedenen Grundgesamtheiten (H_1 -Hypothese).

Ergebnisse der Gruppe B

135 Stichprobenvergleiche von uterusfern nach uterusnah durchgemessener Arterien im Verlauf der Gravidität wurden nach dem Text von Wilcoxon-Mann-Whithney statistisch ausgewertet.

In 112 Fällen entstammt der Mittelwert der Flächenrelationen verschiedenen Grundgesamtheiten (H_1 -Hypothese), in 23 Fällen derselben Grundgesamtheit (H_0 -Hypothese).

Bei 83 % der untersuchten Arterien besteht somit ein signifikanter Unterschied zwischen den Flächenrelationen des 6., 9., 12., 15., 18. und 20. Gestationstags (siehe Tab. 7 und 9).

25mal sind die Mittelwerte der Flächenrelationen des früheren Graviditätsstadiums kleiner als die des späteren, 119mal größer (siehe Tab. 5, 7 und 9).

Betrachtet man die Ergebnisse der Gruppe A und B im einzelnen, so nehmen in beiden Gruppen die Mittelwerte der Flächenrelationen (FR) vom 6. zum 9. SST ab, im weiteren Graviditätsverlauf zu (Graphiken 1 und 2). Abweichend davon ergeben sich für die Stichproben eines Tieres des 6. SST und eines Tieres des 12. SST bei Gruppe B im Vergleich zu allen anderen Tieren des 12., 15., 18. und 20. SST eine verminderte FR (negative z-Werte in Tabelle 7).

Die höchsten z-Werte errechnen sich aus den Stichprobenvergleichen zwischen dem 9. SST und dem 12., 15., 18. und 20. SST (Tabellen 6 und 7).

Keine Übereinstimmung zwischen Gruppe A und Gruppe B besteht bei den Stichprobenvergleichen zwischen 15. und

18. SST. Bei Gruppe A sind die z-Werte kleiner 1.96, bei Gruppe B größer 1.96. Die Mittelwerte der FR für Gruppe A entstammen somit derselben Grundgesamtheit (H_0 -Hypothese), für Gruppe B einer anderen Grundgesamtheit (H_1 -Hypothese).

Die Diskrepanz zwischen den beiden Gruppen wird in der Diskussion (S. 65) erörtert.

DISKUSSION

1. Methode

In der vorliegenden Arbeit wurden an histologischen Präparaten der uteroplazentaren Arterien von NMRI-Mäusen Querschnittsflächen mittels eines Videoplan-Gerätes errechnet. Für die Fläche f_1 (Lumen) wurde die Lumen-Endothelgrenze vermessen, für die Fläche f_2 (Lumen plus Gefäßwand ohne Adventitia) die Media-Adventitiagrenze.

Durch häufige Teilungen mancher Arterien veränderten sich die Querschnittsflächen sprunghaft. Richtungsänderungen der Gefäße in ihrem Verlauf von der Uterusarkade bis zum Eintritt in die Uterusmuskulatur ermöglichten keine durchgehend orthograden Schnitte, so daß die realen Flächenmaße stark differierten (siehe S. 15). Ferner war zu bedenken, daß durch einen möglichen präoperativen Streß der Tiere eine Noradrenalin-Ausschüttung Vasokonstriktion verursachte (EGUND and CARTER, 1980), und daß die Schnitte durch Kollaps und Schrumpfung als Folge der histologischen Präparation verändert waren (MOLL et al., 1983).

RAMSEY et al. (1973) fanden bei radioangiographischen Messungen der Innendurchmesser uteroplazentarer Gefäße bei Rhesusaffen große Differenzen, während die Querschnittsrelationen innerhalb der vergleichbaren Artierensegmente und Graviditätsstadien proportional waren.

Aufgrund dieser Überlegungen wurden anstelle der tatsächlichen Flächenmaße hier die Flächenrelationen (FR)

$$\frac{\text{Fläche des Lumens + Fläche der Gefäßwand ohne Adventitia}}{\text{Fläche des Lumens}} = \frac{f_2}{f_1} \quad (f_1 = 100 \%)$$

verglichen.

Für die statistische Auswertung wurden die gemessenen Gefäßabschnitte in 2 Gruppen unterteilt:

Gruppe A beinhaltet Messungen proximaler und distaler Arteriensegmente, wobei pro Tier 4 oder 6 verschiedene Arterien untersucht wurden (siehe S. 14).

In Gruppe B sind die Messungen einer Arterie pro Tier in ihrem gesamten Verlauf von der Uterusarkade bis zum Eintritt in die Uterusmuskulatur zusammengefaßt (siehe S. 14).

2. Ergebnisse

2.1 Mittelwertsvergleich im Verlauf der Gravidität

Der Mittelwertsvergleich wurde mit dem U-Test nach Wilcoxon-Mann-Whithney (für unverbundene Stichproben) durchgeführt. Die Mittelwerte der Flächenrelationen lassen sich den Tabellen 4 und 5, die daraus errechneten z-Werte den Tabellen 6 und 7 entnehmen.

Beim Vergleich eines Tieres eines Schwangerschaftstages (SST) mit den 15 Tieren der anderen SST sind die errechneten z-Werte für Gruppe A (Tab. 6) in 2/3 der Fälle > 1.96 ($p = 0.05_{\text{zweiseitiger Test}}$). 66 % der vermessenen Arterienabschnitte zeigen im Graviditätsverlauf einen signifikanten Unterschied. Die Gefäßabschnitte entstammen somit verschiedenen Grundgesamtheiten.

Für Gruppe B (Tab. 7 und 9) konnte man bei 83 % der Arterienvergleiche z-Werte > 1.96 ($p = 0.05_{\text{zweiseitiger Test}}$) ermitteln. Der Unterschied der Arterien im Graviditätsverlauf ist in 83 % signifikant. Die gemessenen Arterien entstammen verschiedenen Grundgesamtheiten.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann man für beide Gruppen Veränderungen an den utero-plazentaren Arterien im Verlauf der Schwangerschaft bei NMRI-Mäusen annehmen.

Keine Übereinstimmung beim Vergleich der beiden Gruppen (Tab. 6, 7, 9) besteht zwischen dem 15. und 20. sowie dem 18. und 20. SST. Bei Gruppe A entstammen die gemessenen Arterienabschnitte derselben Grundgesamtheit, bei Gruppe B zeigt sich zwischen den gemessenen Arterien ein signifikanter Unterschied (Begründung s.u.).

Auffällig nach den Tabellen 6, 7 und 9 sind die negativen z-Werte beim Vergleich der 3 Tiere des 6. SST mit den 3 Tieren des 9. SST, während beim Vergleich der Tiere der übrigen SST positive z-Werte überwiegen.

Nach dem U-Test nach Wilcoxon-Mann-Whithney bedeuten die negativen z-Werte $x < y$, d.h. die Mittelwerte der Flächenrelationen (FR) des 6. Graviditätstages sind kleiner als die des 9. Tages. Die positiven z-Werte zeigen demgegenüber $x > y$, d.h. die Abnahme der Mittelwerte der FR im weiteren Verlauf der Gravidität.

Diese Beobachtung bestätigt sich aus den errechneten Mittelwerten der Flächenrelationen (FR) jedes einzelnen Tieres (Tab. 4 und 5). Bestimmt man die Mittelwerte der FR aller 3 Mäuse pro SST, kann man aus allen vorhandenen Daten die anfängliche Zunahme und darauffolgende Abnahme der Flächenrelationen im Graviditätsverlauf darstellen (Graphiken 1 und 2).

Ausgenommen von der Kontinuität ist der Mittelwert der FR vom 12. zum 15. SST in Gruppe B (Graphik 2), wo sich bei 2 von 3 Arterien eine Zunahme der FR errechnet (Tab. 5).

Ursache für die Diskrepanz der Ergebnisse aus Gruppe A und B ist möglicherweise die unterschiedliche Auswahl der gemessenen Arterien:

Die in ihrem gesamten Verlauf vermessenen Arterien der Gruppe B veränderten vor jeder Aufteilung ihr Kaliber, indem sie sich stark erweiterten und verformten, um nach der Aufzweigung ihre Flächenquerschnitte sprunghaft zu verkleinern (Abb. 8 und 9).

Die Relationen f_2/f_1 nahmen vor der Teilung meist ab, danach rapide zu und pendelten im weiteren Gefäßverlauf wieder auf die ursprüngliche Größenordnung ein (Tab. 2 und 3).

Für die anatomischen Kaliberschwankungen sind strömungs-dynamische Ursachen zu erwägen. LIEPSCH (1979/80) hat an Verzweigungsstellen menschlicher Beinarterien-Modelle hohe Scherkräfte durch Rückströmungen und Wirbelbildungen gemessen. - Es wäre denkbar, daß sich die Arterienwand in vivo aufgrund solcher Belastungen lokal verstärkt, was zu der vorübergehenden Zunahme der Flächenrelationen f_2/f_1 führen könnte.

Für Gruppe A wurden weitgehend orthograd geschnittene Gefäßsegmente vermessen, deren Flächenquerschnitte nicht sehr groß waren und die sich außerhalb von Aufteilungsbezirken befanden. Auf diese Weise blieben extreme Kaliberschwankungen unberücksichtigt. Auch die Tatsache, daß bei kleineren Querschnittsflächen die Relationen f_2/f_1 größer sind als bei großen Querschnitten, muß durch die Auswahl der Arterienabschnitte für die Gruppe A Einfluß auf die erzielten Daten haben.

Die unterschiedlichen Kriterien für die beiden Gruppen zeigen sich auch, wenn man aus den z-Werten deren Veränderungen von einem Graviditätstag zum anderen für jedes Tier bestimmt (Tab. 10 und 11, Graphiken 3 und 4).

Bei Gruppe B beträgt Δz zwischen 0.684 und 6.9299, im

Mittel 2.53, bei Gruppe A ist Δz zwischen 0.004 und 3.787, im Mittel 0.83.

Aus diesen Zahlen kann man sehen, daß sich Veränderungen der Arterien im Gestationsverlauf in Gruppe B deutlicher darstellen lassen als in Gruppe A. In beiden Gruppen ist jedoch Δz insgesamt gerichtet, d.h. die Mittelwerte der Flächenrelationen nehmen im Schwangerschaftsverlauf ab.

2.2 Analyse der Mittelwerte der Flächenrelationen im Verlauf der Gravidität

Wie unter 2.1 beschrieben, resultiert bei beiden Gruppen, nach anfänglichem Anstieg, bis zum Ende der Gravidität ein kontinuierlicher Abfall der Flächenrelationen. Als Ursache für den Abfall kommen folgende Konstellationen in Betracht:

1. Das Lumen f_1 wird größer, f_2 bleibt unverändert;
die Wandstärke $(f_2 - f_1)$ wird kleiner.

$$\begin{aligned} f_{2x} &= f_{2y} \\ f_{1x} &< f_{1y} \end{aligned} \quad = \quad f_{2y}/f_{1y} < f_{2x}/f_{1x}$$

$$(f_{2x} - f_{1x}) > (f_{2y} - f_{1y})$$

2. Das Lumen f_1 bleibt unverändert, f_2 wird kleiner;
die Wandstärke $(f_2 - f_1)$ nimmt ab.

$$\begin{aligned} f_{1x} &= f_{1y} \\ f_{2x} &> f_{2y} \end{aligned} \quad = \quad f_{2y}/f_{1y} < f_{2x}/f_{1x}$$

$$(f_{2x} - f_{1x}) > (f_{2y} - f_{1y})$$

3. Das Lumen f_1 nimmt zu, f_2 nimmt auch zu, f_1 jedoch stärker als f_2 .

$$\begin{aligned} f_{1x} < f_{1y} &= f_{2y}/f_{1y} < f_{2x}/f_{1x} \\ f_{2x} < f_{2y} \\ (f_{2x} - f_{1x}) &\leq (f_{2y} - f_{1y}) \end{aligned}$$

4. Das Lumen f_1 nimmt ab, f_2 nimmt auch ab, f_2 jedoch stärker als f_1 .

$$\begin{aligned} f_{1x} > f_{1y} &= f_{2y}/f_{1y} < f_{2x}/f_{1x} \\ f_{2x} > f_{2y} \\ (f_{2x} - f_{1x}) &\geq (f_{2y} - f_{1y}) \end{aligned}$$

Übereinstimmend resultiert in allen vier Konstellationen eine relative Zunahme des Lumens im Verlauf der Gravidität. Diese Ergebnisse decken sich mit unseren morphometrisch erhaltenen Befunden.

Auch RAMSEY et al. (1979) berichten von radioangiographischen Messungen, bei denen eine zunehmende Dilatation des Lumens uteroplazentarer Arterien an Rhesusaffen im Graviditätsverlauf auftrat.

Eine fortschreitende Erweiterung des Gefäßlumens im Verlauf der Schwangerschaft konnten MOLL et al. (1983) an "Mesometrial-Arterien" von Meerschweinchen ermitteln. Durch mikroskopische Vermessungen der Innen- und Außendurchmesser an den Gefäßen in situ errechneten sie zusätzlich eine Verstärkung der Arterienwand, die sich histologisch als Hypertrophie und Hyperplasie der Zellen zeigte.

Durch meine Untersuchungen an Mäusen ergibt sich nach der Konstellation 3 und 4 auch eine eventuelle Verstärkung der Gefäßwand. Sowohl die Überlegung, daß f_1 und f_2 zunimmt, als auch, daß f_1 und f_2 abnimmt, beinhaltet die Möglichkeit der Wandverdickung, ebenso die Abnahme oder unveränderte Wandstärke.

Die Konstellationen 1 und 2 ergeben die Schrumpfung der Arterienwand und stimmen nicht mit den Ergebnissen von MOLL et al. (1983) überein.

2.3 Mittelwertsvergleich innerhalb eines Graviditäts- stadiums

Der Mittelwertsvergleich wurde mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test (für unverbundene Stichproben) durchgeführt. Die Testergebnisse lassen sich aus Tabelle 8 entnehmen, die Mittelwerte der Flächenrelationen aus Tabelle 4 (Gruppe A).

Beim Stichprobenvergleich der uterusfernen Gefäßabschnitte eines Tieres mit den uterusnahen Gefäßabschnitten desselben Tieres konnte von 18 Tieren der verschiedenen Graviditätsstadien nur in sechs Fällen ein signifikanter Unterschied zwischen den proximalen und distalen Arteriensegmenten festgestellt werden. Nur 1/3 entstammen verschiedenen Grundgesamtheiten.

Aufgrund dieses Ergebnisses kann man für die untersuchten Mäuse keine sicheren Abweichungen zwischen den Flächenrelationen der uterusfernen und uterusnahen Arterienabschnitte während der Gravidität erkennen.

Die Ergebnisse aus der Literatur, wonach RAMSEY et al. (1979) am Ende der Gravidität eine "trompetenförmige"

Erweiterung der Endabschnitte der uteroplazentaren Arterien mittels radioangiographischen Experimenten nachweisen und MOLL et al. (1983) die distalen Querschnitte mit drei bis viermal größer als die proximalen angeben, können mit der hier angewandten Methode nicht gesehen werden.

ZUSAMMENFASSUNG

An 18 trächtigen NMRI-Mäusen, je 3 am 6., 9., 12., 15., 18. und 20. Graviditätstag (Gesamttragzeit: 20 Tage), wurden die Querschnittsflächen der uteroplazentaren Arterien im Verlauf der Gravidität untersucht, außerdem uterusferne und uterusnahe Gefäßabschnitte eines Gestationstages verglichen.

Als Methode eignete sich, nach Anfertigung histologischer Präparate der uteroplazentaren Arterien zwischen Uterusarkade und Uterusmuskulatur, das Vermessen einer Fläche f_1 (Lumen) an der Lumen-Endothelgrenze und einer Fläche f_2 (Lumen plus Gefäßwand ohne Adventitia) an der Media-Adventitiagrenze mit einem Videoplan-Gerät.

Für die statistische Auswertung wurden 2 Gruppen gebildet:

Gruppe A beinhaltet die Meßdaten uterusferner und uterusnaher Gefäßsegmente, wobei pro Tier 4 oder 6 verschiedene Arterien untersucht wurden. Es wurden weitgehend orthograd geschnittene Arterienabschnitte von annähernd gleicher Größe ausgewählt.

Gruppe B besteht aus einer in ihrem gesamten Verlauf vermessenen Arterie pro Tier. Plötzliche Änderungen der Querschnittsflächen durch Aufzweigungen der Gefäße und schräge Anschnitte infolge Richtungsänderungen im Gefäßverlauf beeinflussen das Ergebnis.

Als Vergleichsgrößen wurden die Relationen der Querschnittsflächen verwendet, die sich wie folgt errechneten:

$$\frac{\text{Fläche des Lumens} + \text{Fläche der Gefäßwand ohne Adventitia}}{\text{Fläche des Lumens}} = \frac{f_2}{f_1} = \text{Flächenrelation (FR)}$$

Zur statistischen Auswertung der Flächenrelationen im Verlauf der Gravidität wurde ein Mittelwertsvergleich mit dem U-Test nach Wilcoxon-Mann-Whithney durchgeführt. Die Mittelwerte zeigen für Gruppe A und Gruppe B in mehr als 2/3 der Fälle einen signifikanten Unterschied. Daraus folgt, daß die uteroplazentaren Arterien der untersuchten Mäuse im Gestationsverlauf eine Veränderung erfahren.

Die Mittelwerte der Flächenrelationen steigen anfangs an, fallen dann kontinuierlich bis zum Ende der Tragzeit ab.

Als Ursache für den Abfall der FR kommen folgende Konstellationen in Betracht:

1. Das Lumen f_1 wird größer, f_2 bleibt unverändert, die Wandstärke ($f_2 - f_1$) wird somit kleiner.
2. Das Lumen f_1 bleibt unverändert, f_2 wird kleiner, die Wandstärke ($f_2 - f_1$) wird somit kleiner.
3. Das Lumen f_1 wird größer, f_2 wird auch größer, f_1 jedoch mehr als f_2 , die Wandstärke ($f_2 - f_1$) kann zunehmen, abnehmen oder unverändert bleiben.
4. Das Lumen f_1 nimmt ab, f_2 nimmt auch ab, f_2 jedoch stärker als f_1 , die Wandstärke ($f_2 - f_1$) kann zunehmen, abnehmen oder unverändert bleiben.

In jedem Fall ergibt sich im Verlauf der Gravidität eine relative Erweiterung des Lumens. - Dieses Ergebnis stimmt mit den beobachteten Gefäßdilatationen von RAMSEY et al.

(1978) an Rhesusaffen und MOLL et al. (1983) an Meer-schweinchen überein.

Die Konstellationen 3 und 4 beinhalten die Möglichkeit einer Gefäßwandverstärkung im Graviditätsverlauf, so wie es MOLL et al. (1983) beschreiben. Bei Konstellation 1 und 2 nimmt die Wandstärke ab.

Zur statistischen Auswertung der Flächenrelationen peripherer und zentraler Gefäßabschnitte wurde ein Mittelwertsvergleich mit dem Test nach Kolmogoroff-Smirnoff durchgeführt. Die Mittelwerte zeigen nur in 1/3 der Fälle einen signifikanten Unterschied.

Dieses Ergebnis reicht nicht aus, um eine in der Literatur postulierte zunehmende Dilatation zwischen proximalen und distalen Abschnitten der uteroplazentaren Arterien anhand der angewandten Methode bei NMRI-Mäusen zu bestätigen.

LITERATURVERZEICHNIS

ADAMSONS, K. and MYERS, R.E.:

Circulation in the intervillous space: obstetrical considerations in fetal deprivation.

The Placenta and its Maternal Supply Line, Effects of Insufficiency on the Fetus (Ed.) Gruenwald, P. pp. 158-177 (1975)

ALBERT, E.N.:

The effect of pregnancy on the elastic membranes of mesometrial arteries in the guinea pig

American Journal of Anatomy, 120, 611-626 (1967)

BROSENS, I., ROBERTSON, W.B. and DIXON, H.G.:

The physiological response of the vessels of the placental bed to normal pregnancy

Journal of Pathology and Bacteriology, 93, 569-579 (1967)

EGUND, N. and CARTER, A.M.:

Adrenergic and cholinergic responses in the uteroplacental vascular bed of the guinea-pig

Acta Radiologica Diagnosis, 21 387-396 (1980)

HARRIS, J.W.S. and RAMSEY, E.M.:

The morphology of human uteroplacental vasculature

Contribution to Embryology, 260, 43-58 (1966)

LIEPSCH, D.:

Untersuchung der Strömungsvorgänge in Modellen des menschlichen Blutgefäß-Systems

Jahresbericht 1979/80 des Forschungsvorhabens

Li 256/3

MOLL, W. und KUNZEL, W.:

The blood pressure in arteries entering the placenta of guinea pigs, rats, rabbits, and sheep
Pflügers Archiv, 338, 125-131 (1973)

MOLL, W., KUNZEL, W., STOLTE, L.A.M., KLEINHOUT, J.,
DE JONG, P.A. und VETH, A.F.L.:

The blood pressure in the decidual part of the
uteroplacental arteries (spiral arteries) of the
rhesus monkey
Pflügers Archiv, 346, 291-297 (1974)

MOLL, W., ESPACH, A. und WROBEL, K.-H.:

Growth of Mesometrial Arteries in Guinea Pigs
during Pregnancy
Placenta, 4, 111-124 (1983)

RAMSEY, E.M., CHEZ, R.A. and DOPPMAN, J.L.:

Radioangiographic measurement of the internal
diameters of the uteroplacental arteries in
rhesus monkeys
American Journal of Obstetrics and Gynecology,
135, 247-251 (1979)

ROACH, M.R. and BURTON, A.C.:

The reason for the shape of the distensibility
curves of arteries
Canadian Journal of Biochemistry and Physiology,
35, 681-690 (1957)

ROMEIS, B.:

Mikroskopische Technik
Oldenburg Verlag München Wien (1968), 16. Auflage

SACHS, L.:

Angewandte Statistik
Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1974)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. med. H. Frick sehr herzlich für die Überlassung des Themas der vorliegenden Arbeit und die freundliche Unterstützung danken.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. med. P. Posel, der mir während der gesamten Arbeit mit seinem Rat zur Seite stand, außerdem Frau Maaß, die mir bei der Anfertigung der histologischen Präparate behilflich war sowie Frau Ziegleder für Arbeiten an der Photodokumentation.

Herr Professor Dr. med K.U. Benner stellte mir für die statistische Auswertung den Rechner von Hewlett Packard zur Verfügung, Herr Professor Dr. med. vet. R. Hebel das Videoplan-Gerät, wofür ich vielmals danke.

LEBENS LAUF

Name: Helga Waltraud Baurecht, geb. Zens
Geburtsdatum: 17. Mai 1949
Geburtsort: Landshut
Wohnort: Hainbuchenstraße 14c
8000 München 45
Familienstand: verheiratet, 1 Kind

Schul- und Weiterbildung:

6 Jahre Volksschule

4 Jahre Elly-Heuss-Mittelschule, München: Mittlere Reife

1973-75: Abiturvorbereitung an der Münchner Volkshochschule

1975: Abitur als "Externe" am Käthe-Kollwitz-Gymnasium, München

1975-77: Jurastudium in München

1977-84: Studium der Humanmedizin in Würzburg und München

Aug. 1979: Ärztliche Vorprüfung

Aug. 1980: Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Aug. 1982: Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

April/Mai 1984: schriftlicher und mündlicher Teil des
Dritten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung

Aug. 1984: Erteilung der Approbation als Arzt

Introduction

The first part of the book is devoted to a general survey of the history of the subject. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. The second part of the book is devoted to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. The third part of the book is devoted to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed.

The fourth part of the book is devoted to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. The fifth part of the book is devoted to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. The sixth part of the book is devoted to a more detailed examination of the various theories which have been proposed. It begins with a brief account of the early attempts to explain the phenomena of light, and then proceeds to a more detailed examination of the various theories which have been proposed.



